



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

LANTALOGISTIikka JA ETÄVARASTOINTI

TEKIJÄ/T: Juho Ahonen
Paula Koivistoinen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Ahonen Juho ja Koivistoinen Paula	
Työn nimi Lanntalogistiikka ja etävarastointi	
Päiväys 13.4.2014	Sivumäärä/Liitteet
Ohjaaja(t) Partanen Jarkko, Suhonen Pirjo ja Viitala Hannu	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) REKKA-hanke/Eskelinen Pasi, Räisänen Janne	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Kasvat ja kehittyvät karjatilat tarvitsevat lisää peltoa, REKKA -hankkeen tavoitteena on selvittää laajentavien karjatilojen lisäpellon hankinnan taloudellista kannattavuutta ja viljelyn logistisia vaihtoehtoja. Tässä opinnäytetyössä esitellään laskelmin saatuja kustannuksia lannan kuljetukseen ja etävarastointiin liittyen eri kuljetus matkoilla ja kalustoilla. Laskelmat pohjautuvat hankkimiimme taustatietoihin. Kuljetukseen käytettäviä kalustoja on valittuna kolme sekä kuivalannalle että lietelannalle. Levitysvaunu 12 m³ molemmilla lantatyypeillä, siirtovaunu 20 m³ kuivalannalla ja 24 m³ lietelannalla sekä lantarekka 35 m³ ja 32 m³.</p> <p>Lannanvarastointimahdollisuuksia eri lantatyypeille on muutamia erilaisia. Kuivalannan osalta etävarastona on käsitelty vain järkevin vaihtoehto, patterointi. Lietelannalla vaihtoehtoja on useampia. Laskelmat perustuvat haastatelluihin saatuihin tietoihin usein käytettävistä kaluston suuruusluokista ja pääasialliset laskentamatkat ovat REKKA-hankkeen kautta saadun tilamallin mukaiset.</p> <p>Laskelmat osoittavat, että jo muutaman kilometrin siirtomatkan jälkeen suuremmat kuljetuskalustot tulevat lannan siirrossa huokeammiksi, huolimatta niiden korkeammista kustannuksista tuntia kohden. Laskelmista käy myös ilmi, että jo noin 10 kilometrin jälkeen keskimääräisillä tilavuuksilla ja nopeuksilla laskettuna rekan kuljetuskapasiteetti alkaa jäädä jälkeen jopa pienen levitysvaunun levitystehokkuudelle. Näin ollen voidaan arvioida, että alle 10 kilometrin etäisyyksillä voi kuljetus- ja levityskalusto toimia yhtä aikaa tehokkaasti, mutta siitä eteenpäin voi olla järkevämpää varastoida lantaa etäpeltojen yhteyteen jo ennen levitysaikaa. Laskelmista on myös pääteltävissä, että lannan tyypistä riippumatta ei ole tarpeen käyttää kovin suurta levityskalustoa. Jo 12 m³:n levitysvaunu on varsin tehokas, eikä etenkin lantaa kauemmas siirrettäessä ole tarve käyttää suurempia vaunukokoja.</p> <p>Laskurit ja videot löytyvät osoitteesta https://rekka.savonia.fi/</p>	
Avainsanat Lanta, varastointi, kuljetus, logistiikka	

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Program in Agriculture and Rural Development			
Author(s) Ahonen Juho and Koivistoinen Paula			
Title of Thesis Manure logistics and remote storing			
Date	14.4.2014	Pages/Appendices	
Supervisor(s) Partanen Jarkko, Suhonen Pirjo and Viitala Hannu			
Client Organisation /Partners REKKA-project/Eskelinen Pasi, Räisänen Janne			
<p>Abstract</p> <p>Growing and developing cattlefarms need more arable land. REKKA-project has a goal to find out the cost-effectiveness if there is more arable land as well as options in logistics within developing farms. This thesis introduces costs of manure transportation and remote storing. The results were calculated using a manure calculator created during this thesis process. The calculations rely on basic information gathered by using written facts and interviews. There are three different transporting systems chosen for each manure type. For drymanure there is a 12 m³ spreader wagon, 20 m³ transport wagon and 35 m³ manure truck. For slurry there is the same size spreader wagon as with drymanure, and other wagons are 24 m³ transport wagon and 32 m³ slurry truck.</p> <p>There are a few different solutions to store manure. For drymanure the most reasonable choice of remote storing is to pile up the manure on the field side. With slurry there are more options.</p> <p>Calculations are based on the information gathered from interviews and the chosen distances are taken from the REKKA-project's project plan. The calculations show that already after just a few kilometers the bigger transportation solutions become more economically efficient than smaller ones. It can be also seen that after about 10 kilometers even truck transportation for manure is taking more time than manure spreading with a small 12 m³ spreader wagon. Thus it can be stated that there is basically no need for bigger spreaders if manure is transported using separate equipment. When the distance is under 10 kilometer work can be done without using remote manure storages, but beyond that distance storing solutions are becoming more and more reasonable.</p> <p>Calculator and videos are at https://rekka.savonia.fi/</p>			
<p>Keywords</p> <p>Manure, storing, transport, logistics</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	MIKSI LOGISTIIKKA TARVITAAN?	8
2.1	Ajankäytön säätäminen	8
2.2	Yrittäjän työtaakan vähentäminen	8
2.3	Peltojen sijainti	9
2.4	Kuljettamisen ja ympäristön vuorovaikutus	9
3	KULJETUKSEEN KÄYTETTÄVÄ KALUSTO	11
3.1	Traktori ja levitysvaunu/perävaunu	11
3.2	Kuorma-auto ja rekka	12
4	LANNANVARASTOINTI	14
4.1	Varastointi mahdollisuudet	14
4.1.1	Lietesäiliö	14
4.1.2	Kuivalantala	15
4.1.3	Muut lantalat	16
4.2	Patterointi	19
4.3	Levitysajan ja etävarastoinnin vaikutus toisiinsa	21
4.4	Varastokoko	22
4.5	Varastojen sijoittelu	22
5	LASKELMIEN TAUSTATIEDOT	24
5.1	Lannan määrä ja levitys pinta-ala	24
5.2	Kuormauksen vaikutus ajan käyttöön	24
5.3	Laskurin esittely	26
6	LASKELMAT	27
6.1	Laskelmia kuivalannalle	27
6.2	Laskelmia lietalannalle	29
7	TULOKSET	31
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	36
9	PÄÄTÄNTÖ	38
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	41

1 JOHDANTO

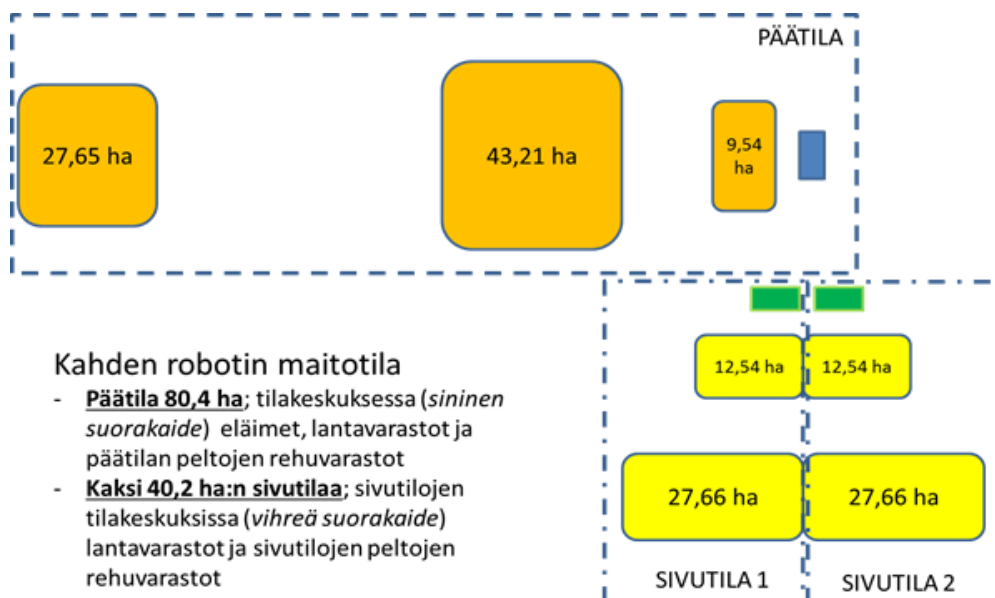
Kasvavat ja kehittyvät karjatilat tarvitsevat lisää peltoa. Pellon tarve pakottaa tilat hankkimaan peltoa riippumatta siitä, kuinka kaukana tarjolla olevat pellot sijaitsevat tilakeskuksesta. Silloin kun peltoja ei ole saatavilla läheltä ostetaan pellot pitkien etäisyyksien päästä. Tilakeskuksen ja peltojen välisen suuren etäisyyden vuoksi kuljetuskustannukset nousevat, esimerkiksi rehua tai lantaa kuljetettaessa. Suuret harppaukset tilakehityksessä, kuten yhden robottiyksikön tilakoosta kahden robotin tilaksi laajentuminen, vaativat useissa tapauksissa runsaasti uutta peltopinta-alaa. Mitä suurempi pellon tarve on, sitä kauempaa peltoa joudutaan yleensä hankkimaan.

Etäällä sijaitseville pelloille kulkeminen vie paljon aikaa ja polttoainetta. Erityisesti paljon aikaa vievinä työvaiheina lannan kuljetus ja levitys ovat erittäin haastavia työvaiheita etäpeltojen kohdalla. Lannan levitys ajoittuu yleensä kevääseen ja kesään juuri kiireisimpien työsesonkien aikaan. Lannankuljetukseen kuluva aika olisi tarpeen vähentää työpiikkien aikaan, jotta lyhyelle aikavälille ajoittuvat työt ehditään suorittaa ajallaan. Siksi etäpeltojen kohdalla lannan levitysmääriä on rajoitettava tai lantaa täytyy kuljettaa etäpeltojen läheisyyteen työsesonkien ulkopuolella. Lannankuljetus etäpelloille kuitenkin levittämättä sitä, vaatii varastoja peltojen läheisyyteen. Kun lantaa siirretään kaukana sijaitsevien peltojen lähelle kiireettömämpänä aikana, jää lannanlevitykseen sekä muihin töihin enemmän aikaa. Samalla myös tasoittuvat työsesonkien kovimmat työpiikit, mikä helpottaa työskentelyä ja vähentää kaluston sekä työvoiman tarvetta.

REKKA -hankkeen tavoitteena on selvittää laajentavien karjatilojen lisäpellon hankinnan taloudellista kannattavuutta ja viljelyn logistisia vaihtoehtoja. Tätä kautta hanke auttaa hallitsemaan laajentamisen edellytyksiä. Yhtenä hankkeen erityistavoitteena on selvittää tilakeskuksesta erillään sijaitsevan lisäpellon taloudellista kannattavuutta ja työmäärää. (Rehulogistiikan kehittäminen karjatiloi-
2011, 2.)

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö. Se tarkoittaa sitä, että opinnäytetööhön haetaan tietoa, jolla voidaan tarkentaa ja täsmentää sekä kehittää opinnäytetyön toiminnallista osuutta kohdetta paremmin palvelevaksi. Toiminnallisen opinnäytetyön kuvaukseen kuuluu myös, että opinnäytetyön tulokset ovat kohderyhmälleen sovellettavaa teoriatietoa. (Toiminnallinen opinnäytetyö.) Opinnäytetyön tietopohjana on käytetty kirjallisuutta, ammattilehtiä ja asiantuntija haastatteluita sekä opinnäytetyön ohessa kehitettyä laskuria. Haastattelut kerättiin haastattelulomakkeelle puhelimitse ja tapaamisissa lantaa käsitteleviltä urakoitsijoilta. Laskurilla saatujen tulosten pohjalta tehdään johtopäätöksiä lannan kuljettamiseen, levittämiseen ja varastointiin liittyen.

Rekka-hankkeen tilamalliin on otettu kolme erilaista esimerkkitapausta, joissa pellot sijaitsevat tilakeskuksen luona, noin 25 kilometrin etäisyydellä sekä noin 50 kilometrin etäisyydellä tilakeskuksesta. Näiden mallien pohjalta voidaan tehdä vertailua lannan kuljetuksen kustannuksista, ajankäytöstä ja tarpeen mukaisesta varastoinnista.



KUVIO 1. REKKA-hankkeen tilamalli

Tavoitteena on selvittää erilaisten lannan kuljetusmatkojen vaikutusta ajankäyttöön ja kuljetuskustannuksiin kehittyvien karjatilojen tarpeita silmällä pitäen. Opinnäytetyö toimii taustaselvityksenä aloitteilla olevalle lantaan keskittyvälle hankkeelle. Opinnäytetyö antaa sovellettavaa tietoa lannan kuljettamisesta ja etävarastoinnista. Opinnäytetyön pääpaino on laskelmissa, jotka on tehty haastatteluilla saatujen faktatietojen perusteella. Taustatietona on käytetty myös Työtehoseuran julkaisemaa konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat –tiedotetta. Laskelmat keskittyvät lannan kuljettamisen kustannuksiin erilaisilla matkoilla ja kuljetuskalustoilla. Laskelmien taustaselvityksessä on keskitytty pääasiassa kuivalannan kustannustehokkaaseen kuljettamiseen sekä erilaisiin varastointi mahdollisuuksiin. Laskelmien lisätietoina on annettu myös muutamille lantavarastoille ohjeellisia pidettäviä hintatietoja.

Tämän työn tehtävien jako toteutui luonnollisesti niin että Paula vastasi logistiikasta ja kuljetuksesta ja Juhon tehtäväksi jäi selvittää varastointia ja tehdä laskelmat. Johdanto, tulokset, johtopäätökset ja päätäntö ovat yhdessä tehtyjä. Työn taustoittamiseksi tehdyt haastattelut on tehty myös yhdessä, samoin kuin haastateluihin käytetty kyselypohja.

2 MIKSI LOGISTIIKKA TARVITAAN?

Lannan kuljetuksen ajoittuminen sesonkiajalle lisää kaluston ja työvoiman tarvetta. Tiloilla, joilla ei ole käytettävissä vapaata työvoimaa, lannan kuljetus kannattaa ulkoistaa. Tiloilla, joilla on käyttämättä työvoimaa, ei työvoiman ja kaluston tehokkaammasta käytöstä aiheudu lisäkustannuksia, vaan kallis työvoima ja laitteet saadaan hyödynnettyä kustannustehokkaammin. (Kapuinen 2002, 84.)

Jo lyhyillä matkoilla lannan kuljetus muodostuu eniten aikaa vieväksi osaksi lannankäsittelyketjua. Kuljettamisessa säästettäisiin aikaa päivissä laskettuna, jos kuormat olisivat mahdollisimman suuria. Kuljetusmatkan kasvaessa lannan käsittelykustannukset kasvavat nopeasti. Lyhyitä matkoja lukuunottamatta urakoitsijat veloittavat kuljetuksesta ja levityksestä työtuntien perusteella. Urakoitsijan suorittamista kuljetuksista tila joutuu usein maksamaan täysimääräiset kustannukset. Kustannusten suuruuteen ei vaikuta kuljetus ajankohta. Urakoitsijoiden hinnat voivat kuitenkin olla kilpailukykyisiä itse tehdyn kuljetuksen kustannuksiin nähden. (Kapuinen 2002, 85.)

2.1 Ajankäytön säätäminen

Maatalousyrittäjät ovat halukkaita lisäämään ulkopuolisen työvoiman käyttöä. Oman työpanoksen vähennystarve liittyy tyypillisesti tuotannon laajentamiseen, mikä on tärkein ulkopuolisen työvoiman käyttöön johtava syy. Ulkopuolisen työvoiman käytön koetaan parantavan yrittäjän työssä viihtymistä, jaksamista ja työturvallisuutta. (Kaila ja Karttunen 3/2012, 1.)

Ajan säästämiseksi on yleensä edullisinta keskittyä omaan ydinossamiseen ja toimintaan. Maatalousyrityksissä tämä tarkoittaa olemassa olevien tuotantoresurssien sekä niiden kehittämisen keskittämistä niihin töihin, jotka parhaiten osataan. Toisinaan kyse voi olla myös kalustollisista syistä, mikäli tilalle ei ole kustannusten valossa järkevää hankkia omaa kalustoa. (Kaila ja Karttunen 3/2012, 1.)

Tutkimuksen mukaan urakoitsijan palkkaaminen vähentää maatalousyrittäjän työperäistä kuormitusta. Urakoitsijaa hyödyntämällä maatalousyrittäjä saa siirrettyä työtaakan kokonaan tai osittain urakoitsijan harteille. Näin ollen maatalousyrittäjä säästää omasta työajastaan ja voi keskittyä muihin töihin tai vaikkapa viettää vapaa-aikaa. (Karttunen, Lätti, Puttonen 2/2012, 6.)

2.2 Yrittäjän työtaakan vähentäminen

Suurilla ja laajentavilla tiloilla työmäärän hallinta ja työssä jaksaminen ovat nousseet keskeisiksi haasteiksi. Työmäärän hallinnassa tärkein on työmäärän mitoitus suhteessa käytettävissä olevaan työvoimaan. Maatalouden koneellistumisen myötä maatalouden töiden fyysinen kuormittavuus on vähentynyt. Sesonkimaisuus on luonteenomaista maatilan töille, joten sesonkiaikojen töiden järjestämiseen kiinnitettävä huomiota. Keino jakaa tilan vuosittaista työmäärää on käyttää urakoitsijaa, urakoitsijan käyttö vähentää viljelijäperheen työtaakkaa peltotöiden sesonkiaikoina. (Kaila ja Tuure 6/2007, 1-3).

Urakointi on tehokas tapa jakaa töitä uudelleen maaseudulla ja maataloilla. Töiden jakamista voidaan tehdä toistuvasti tai tilapäisesti. Urakoitsijalle tehtäväksi voidaan antaa vuosittain toistuva työ, jolloin urakoitsijalla on kalusto, jota tilalla ei ole, mutta jota tilalla tarvitaan. Toinen vaihtoehto on käyttää urakoitsijaa täydentämään tilapäisesti esimerkiksi pidemmän kuljetusmatkan vaatimaa kuljetustarvetta perävaunulla. Sairastumisen tai loukkaantumisen seurauksena koko työmäärän siirtäminen urakoitsijalle voi olla tarpeen. (Pentti 2003, 48)

Perustuotantotiloilla ja monialaistuvilla tiloilla koetaan, että joidenkin töiden ulkoistaminen edistää yrittäjäperheen työturvallisuutta. Tiettyyn työhön erikoistuneella urakoitsijalla on todennäköisesti nykyaikaisemmat, tehokkaammat ja toimintavarmemmat koneet, kuin tiloilla keskimäärin. Urakoitsijalla on enemmän kokemusta erilaisista työ- ja häiriötilanteista. Näin ollen urakointipalveluja tarjoavan henkilön turvallisuus ei vaarannu kohtuuttomasti tehdessä urakointityötä. Urakoitsijan ajatellaan tuovan tuotantoon liisääntyneen turvallisuuden lisäksi myös ammattilaatua. (Karttunen 2008, 49.)

2.3 Peltöjen sijainti

Pääpiirteittäin suomalaisilla maataloilla tilusrakenne on sellainen, että valtaosa pelloista sijaitsee selvästi alle 10 km:n etäisyydellä talouskeskuksesta. Tarkemmin ottaen keskimääräinen peltöjen etäisyys Suomessa on ollut vuonna 1999 noin kaksi kilometriä. Tilusrakenteiden kehitys on kuitenkin vienyt kehitystä siihen suuntaan, että pellot ovat yhä kauempana ja kauempana talouskeskuksista. Tutkimustietojen mukaan vuokrapellot sijaitsevat omistuspelloja kauempana ja myös tuotantosuunnalla on vaikutusta peltöjen sijaintiin. Sikatiloilla pellot sijaitsevat kauimpana ja maitotiloilla lähimpänä tilakeskusta. Viljatilat asettuvat pellonsijaintia vertailtaessa näiden kahden väliin. Suurilla tiloilla pellot sijoittuvat kauemmas kuin pienemmillä tilolla, mikä on varsin loogista kun ajatellaan peltöjen saatavuutta. Tilakoon kasvattaminen vaatii myös lisää peltopinta-alaa ja tilakeskuksen lähistöllä sijaitsevat pellot ovat hyvin usein jo aktiivisessa käytössä. (Myyrä 2000, 20–21.)

2.4 Kuljettamisen ja ympäristön vuorovaikutus

Kuljetusten hiilidioksidi päästöjen merkitys lantaketjun ilmastovaikutuksessa on suhteellisen pieni. Lantaa kannattaakin kuljettaa pidempiä matkoja, mikäli sillä saavutetaan muita ympäristöetuja. Useiden suurten lantakuormien kuljettaminen lyhyellä aikavälillä asettaa kuljetukseen käytettävän tiestön kovan rasituksen alle. (Kapuinen. 2002, 86.)

Peltoliikenteen maata tiivistävä vaikutus riippuu maan ominaisuuksista, käytetyistä koneista ja viljelyn totetutuksesta. Märällä maalla tiivistymisriski on suurin, kun ajetaan painavilla koneilla rengaspaineen ollessa suuri. Aikainen tai myyöhäinen muokkaus ja lannan levitys ovat kriittisiä työvaiheita. (Alakukku 2002, 73.)

Peltoviljelyssä pintapaineen pienentämisellä on monia etuja. Pintapaine vaikuttaa siihen, kuinka suuri maata tiivistävä paine on. Pintapaineen pienentäminen vähentää pyörän uppoamista maahan, mi-

kä pienentää pyörän vierintävastusta ja madaltaa ajouria. Vierintävastuksen pienentämisellä parannetaan traktorin vetokykyä. Pieni pintapaine on haitallinen, kun työskennellään märällä savimaalla. Renkaan rivat eivät pysty tunkeutumaan niljakkaan pinnan läpi paremmin pitävään maahan, pintapaine on näin ollen liian pieni. Pintapaineen ohella myös renkaan kantama kuorma vaikuttaa maan tiivistymiseen. (Alakukku 2002, 75.)

Suurimman osan peltoajossa syntyvistä urista aiheuttaa traktorin renkaat. Rengasvalinta onkin maan tiivistymisen kannalta merkittävä asia. Kun suunnitellaan rengastusta, tulee ottaa huomioon koko koneketju. Rengasvalintaa tehdessä ei voida keskittyä vain yhteen tekijään, vaan on otettava huomioon kaikkien koneella tehtävien töiden asettamat vaatimukset. Lopullinen valinta on useimmiten kompromissi monen eri asian välillä. (Alakukku 2002, 77.)

Järvet ja suot lisäävät merkittävästi lannan kuljetustarvetta kuljettaessa toisella puolella sijaitsevalle suurellekin peltoalueelle. Talouskeskuksen ympärillä saattaa olla alueita jotka ovat lannan levityksen kannalta käyttökeltotonta aluetta, kuten metsät, järvet ja suot. (Kapuinen 2002, 83.)

Oman haasteensa lannan kuljettamiselle asettaa ilmasto-olosuhteet. Ongelmia alkaa muodostua syksy- talvi- ja kevätkautena, jolloin eläimet eivät voi laiduntaa ja pelloille ei saa levittää lantaa. Suurimman osan vuodesta eläimet pidetään sisällä, jolloin eläinten tuottama lanta joudutaan varastoitmaan. Varastoitu lanta joudutaan kuljettamaan pelloille levitettäväksi kelien salliessa. Lannan kuljetaminen pellolle aikaisin keväällä on haasteellista sillä maa on vielä kosteaa. Kostealla maalla ei pitäisi liikkua tehokkaan työskentelyn vaatimalla raskaalla kalustolla maan tiivistymisriskin takia. (Kapuinen 2002, 87.)

Teiden kunto vaikuttaa eniten ajonopeuden valintaan. Pienille pelloille johtavat tiet ovat usein huonokuntoisia. Teitä kunnostamalla voidaan päästä huomattaviin ajan säästöihin. Keskimääräiset nopeudet viljelysteillä ovat 12—13 km/h ja maanteillä 15—22 km/h. (Maatalouden Koneoppi 2.) Työtahtia hidastavat kuopat, ajoneuvoihin osuvat puunoksat, jyrkät ja kapeat mutkat sekä paikat, joissa tarvitsee peruuttaa (Rehn-Ström 6/2009, 19).

3 KULJETUKSEEN KÄYTETTÄVÄ KALUSTO

Laajentavalle kotieläintilalle lannan levittäminen on suuri haaste rehunkorjuun lisäksi. Ympäristönäkökulmat puoltavat sitä, että pellolla kuljetaan kevyellä kalustolla. Suurentuneet eläinmäärät sekä pidentyneet kuljetusmatkat taas edellyttävät suurempaa kalustoa. Paras yhdistelmä lannan kuljetukseen on erillinen kuljetus- ja levityskalusto. Lantaa voidaan näin ollen siirtää tiellä kuljetukseen paremmin soveltuvalla kalustolla ja levitys voidaan toteuttaa kevyemmällä kalustolla. Kuljetusmatkojen kasvaessa lannan kuljetusta ja levitystä eri kalustolla kannattaa harkita yhä useammin, sillä levityskalusto ei hyödytä tiellä ja rengastus on usein väärä. Siirtokuljetus olisi hyvä tehdä jo etukäteen, jotta levityskalusto on hyödynnettävissä täysillä levitysaikaan pelloilla. (Pentti 2003, 45.)

Kuljetuksia kehitettäessä kalusto on mitoitettava kuljetettavien materiaalien mukaan. Tutkimusten mukaan kuljetuksia tehostettaessa on edullisempaa nostaa kuormien painoa kuin lisätä ajonopeutta. Kuorman kokoa rajoittaa perävaunun tilavuus. Yleensä vaunujen rakenteet sallivat hyvin niille mitoitettun nimelliskantavuuden. Työn tehokkuuden ja taloudellisuuden kannalta täysillä kuormilla ajo on hyvin tärkeää. Tiestön kantavuusongelmia pyritään poistamaan kantavuutta parantavilla akselistorakenteilla. (Maatalouden koneoppi 2, 156–157.)

3.1 Traktori ja levitysvaunu/perävaunu

Traktoriin saa kytkeä yhdistelmästä riippuen korkeintaan 2-3 kertaa vetokoneen omanmassan painoisen perävaunun. Perävaunun akseleista tiehen johtuva massa on kytkentämassa. Kytkentämassa saa olla 3 kertaa vetokoneen omamassa, kun perävaunussa on traktorin jarrupolkimista säätyvät jarrut. (Pihlajavaara 2012.)

Levityksen näkökulmasta järkevintä olisi käyttää riittävän pientä kalustoa, jotta säästetään pellon rakennetta. Toisaalta suurempi koko tuo tehokkuutta. Siksi levityskalusto on aina kompromissi tehokkuuden ja pellonrakenteen säästämisen väliltä. Lieteurakointia Vieremällä ja ympäryskunnissa tekevä Juhani Halosen mielestä 17 m³:n levitysvaunu on suurin vaunukoko mitä on järkevää käyttää ja että 15 m³:n vaunu olisi kaikista paras kompromissi.

Traktori urakointia tekevän toimintaa säädellään useiden lakien nojalla ja urakoitsija joutuu ottamaan huomioon tomissaan erinäisiä velvollisuuksia, niin maatalous- kuin liikennetraktorilla urakoidessaan. Perussäädöksessä sanotaan, että tavaraa kuljetettaessa tiellä tai kuljetuksesta peritään maksu, tarvitaan liikennelupa. Tavaraliikennelain vaatimus koskee traktorilla tehtäviä kuljetuksia siinä missä muullakin kalustolla tehtäviä kuljetuksia. Luvanvaraisuuteen on olemassa muutamia poikkeuksia, jos kaikki perussäädöksen kohdat eivät täyty. Lupaa ei tarvita jos kuljetus ei tapahdu yleisellä tiellä, vaan suljetulla alueella tai jos kuljetuksesta ei peritä maksua. Autot ja liikennetraktorit määritellään tavaraliikennelaissa ajoneuvoiksi. Ajoneuvolain mukaan liikennetraktoriksi määritellään traktori, jota käytetään tavara kuljetuksiin kytkentämassaltaan yli 10 tonnin perävaunulla varustettuna. Maa- ja metsätalouskäyttöön rekisteröityä traktoriyhdistelmää ei katsota liikennetraktoriksi, eikä se siten kuulu tavaraliikennelain piiriin. Maatalouden kuljetukset sillä voidaan suorittaa ilman lii-

kennelupaa. Muu kuin maatalouden lukuun tehtävä kuljetustoiminta traktoriyhdistelmällä vaatii yleensä liikenneluvan, vaikka kuljetuksen suorittaja olisi maatalousyrittäjä. (Pihlajavaara 2011, 68–69.)

Liikenneluvan myöntämiselle on edellytyksenä muun muassa ammattipätevyys ja hyvä maine. Ammattipätevyys täytyy osoittaa kuorma-autoilijoille tarkoitetun kuukauden mittaisen tavaraliikenteen yrittäjäkurssin viikon kestävä osuus ja suoritettava kurssin tentti hyväksytysti. Lupa haetaan kirjallisesti paikalliselta Ele-keskukselta. Lupa on voimassa viisi vuotta. Silloin, kun kuljetus edellyttää liikennelupaa, on liikennetraktorissa käytettävä ajopiirturia. (Pihlajavaara 2011, 70.)

Ajokorttilainsäädännön muuttuessa 19.1.2013 liikennetraktoreilta poistui C-ajokorttivaatimus ja tilalle tuli minimivaatimuksena 18 vuoden ikää edellyttävä LT-kortti.

Tehdessä maa- ja metsätalouden kuljetuksia liikennetraktorilla ei vaadita ammattipätevyyttä, mutta muissa kuljetuksissa vaaditaan. Ammattipätevyyden peruskurssin lisäksi täytyy suorittaa jatkokoulutus. Jatkokoulutus, 35 tuntia, tulee suorittaa 5 vuoden aikana. Ammattipätevyydestä saa joko erillisen kortin tai jo olemassa olevaan ajokorttiin tehdyn merkinnän. (Pihlajavaara 2011, 71.)

3.2 Kuorma-auto ja rekka

Kuorma-auton ja rekan käyttö on yleistymään päin lannankuljetuksessa. Kehitys kulkee käsi kädessä maatalojen kasvun kanssa. Traktoria nopeampana ja kuljetuskapasiteetiltaan suurempana kuorma-auto ja rekka soveltuvat mainiosti muun muassa lannan kuljetukseen pitkillä matkoilla. Lannankuljetuspalvelua tarjoavat nykyään varsin monet yrittäjät alueesta riippumatta. Lannankuljetuksen ulkoistaminen on yleistynyt, kun lannanlevitysurakoitsijoiden levityskalustojen tehot ovat kasvaneet ja pelloille on tarvittu suurempia määriä lantaa entistä nopeammalla tahdilla.



KUVA 1. Lietteen siirrossa käytettävä puoliperävaunurekka. (Koivistoinen, 2011)

Lannankuljetusurakointi lukeutuu ammattiliikenteen piiriin ja siksi kuljetustyötä tehtäessä kuljettajalla tulee olla vaadittava ammattipätevyys. Ennen kuin kuorma-auton tai rekan rattiin voi ylipäättään siirtyä, on kuljettajan hankittava itselleen kuorma-autoa varten C-luokan ajokortti ja rekkaa varten CE-luokan ajokortti. Kuvassa 1 näkyvän kaltaisen puoliperävaunurekan kuljettamiseen vaaditaan myös CE-luokan ajokortti. Ammatillista liikennöintiä tehtäessä on myös vaadittua käyttää ajon aikana ajopiirturia. vanhoissa autoissa on yhä käytettävissä perinteinen paperikiekkoa käyttävä piirturi, mutta uusissa autoissa on käytössä digipiirturit.

4 LANNANVARASTOINTI

Lannankäsittelyä ja sen varastointia ohjaa pääasiassa nitraattiasetus, jonka tarkoituksena on rajoittaa lannan nitraattien pääsyä vesistöihin. Nitraattiasetuksessa määritellään karjanlannan varastointi-tilan vähimmäistilavuus ja lannan levitysajan-kohta sekä lantapatterien sijoittaminen. Nitraattiasetuksen vaatimasta lannan vähimmäisvarastotilavuudesta voidaan kuitenkin poiketa, mikäli lantaa on mahdollista luovuttaa joko varastoitavaksi tai suoraan käytettäväksi jollekin toiselle taholle joka täyttää nitraattiasetuksen vaatimukset. (laki 931/2000 § 4)

Tulevaisuudessa mahdollisesti voimaan tulevat rajoitukset lannan syyslevitykseen, luovat lisähaasteita lannan varastointiin. Koska aina kaikkea lantaa ei pystytä tai ehditä levittämään kasvukauden aikana, on tilojen satsattava lantavarastoiden kapasiteetin kasvattamiseen. (MT 30.10.2013 EU-komission lausunnosta.) Varastointiin liittyvät säädökset vaihtelevat EU:n sisäisesti maittain jonkin verran, mutta näitä kaikkia ainakin periaatetasolla säätelee EU:n yhteinen nitraattidirektiivi.

4.1 Varastointimahdollisuudet

Lannan varastointiin on monia erilaisia varastointitapoja riippuen lannan olomuodosta. Karjatililla lannan olomuoto jakautuu kahteen ryhmään, kuivalantaan ja lietelantaan. Tilan koolla on usein vaikutusta käytettävään lantajärjestelmään ja lannan olomuotoon. Suurissa yksiköissä lanta on useimmiten lietelantaa ja vastaavasti pienemmissä yksiköissä käytössä on kuivalantajärjestelmä. Syynä tällaiseen jakautumiseen lienee suurten eläinmäärien vaatima runsas kuivikkeen määrä, jos käytössä on kuivalanta järjestelmä. Vaikka tuotantorakennuksessa ei käytettäisikään kuivikkeita, toisinaan syntyneeseen lantaan joudutaan sekoittamaan kuiviketta, jotta lannan kuiva-aine pitoisuus olisi yli 40 %. Lantavaraston perustamiskustannukset voivat puolestaan olla ratkaiseva tekijä tietyn varastotyyppin valintaa, joten siitä syystä on hyvä muistaa tarkastella eri varastotyyppien hyviä ja huonoja puolia. (HELLSTEDT, 2009)

4.1.1 Lietesäiliö

Kun käytetään termiä lietelanta, tarkoitetaan silloin lantaa, jossa virtsa ja itse lanta ovat sekoittuneena keskenään. Lietelantajärjestelmissä lanta kulkee nestemäisenä lietesäiliöön lantakanavia pitkin joko painovoimaisesti tai mekaanisten koneiden avustamana. Useimmiten Suomessa käytetään maahan osittain tai kokonaan upotettuja betonisia lietesäiliöitä. Mekaanisilla lantaraapoilla varustetut matalat kuilut ovat kasvattaneet suosiotaan. Raappojen avulla toimivan lannanpoiston yhteydessä on mahdollista käyttää enemmän kuivikkeita kuin painovoimaisella lannanpoistolla varustetussa navetassa tukkeutumisriskin ollessa pienempi. Tässäkin tapauksessa lanta on kuitenkin edelleen lietettä, mutta myös hyvin samantyyppisellä toiminta periaatteella olevia kuivalantanavetoita on olemassa. (Ympäristöministeriö 2010, 54.)



KUVA 2. Lietesäiliön pohjan valu. (Koivistoinen, 2011)

Säädösten mukaan lietesäiliö tulee rakentaa vesitiiviistä materiaalista. Sillä halutaan estää lantaa joutumasta tarpeettomasti maaperään ja vesiin. Lantavarastoa tehtäessä käytettävälle betonille on asetettu eräitä lujuus- ja säänkestovaatimuksia (MMM-RMO C4). Sama vaatimus pätee kaikkeen rakenteissa käytettävään betoniin ja muihin materiaaleihin, kuten esimerkiksi kuvassa 2 tekeillä olevaan lietesäiliön pohjaan. Uusien eläinsuojien yhteyteen rakennettavien lietesäiliön täyttö tulee tapahtua altpäin. Tällä pyritään minimoimaan lantasäiliön pintaan muodostuvan kuorettuman rikkoutumista ja siten typen haihtumista ja hajuhaittojen syntyä. Suurilla lietesäiliöillä yhteisenä ongelmana korostuu heikko sekoitettavuus. Siksi suurten yli 2500 m³:n lietesäiliöiden rakentamista tulisi välttää. Yli 2500 m³:n säiliöiden kestävyys on myös riskirajoilla, joten siitäkään syystä ei tuota kokoa ole syytä ylittää (Betonikeskus ry 2004). Kattamaton lietesäiliö on aidattava teräsverkolla eläinten lietesäiliöön pääsyn estämiseksi. Verkon silmäkoko tulee olla enintään 100 mm. (Ympäristöministeriö 2010, 54.)

4.1.2 Kuivalantala

Kuivalantalassa varastoidaan nimensä mukaisesti kuivalantaa. Kuivalantaa syntyy navetoissa, joiden lantajärjestelmä erottelee nestemäiset kuivat jakeet lannasta erilleen. Eläinten virtsa voidaan toki imeyttää kuivikkeisiin ja näin ollen kaikki eläinten ulosteet voidaan varastoida kuivalantalaan. Jos virtsa kuitenkin erotellaan, tarvitsee se varastoida omaan erilliseen säiliöön aivan kuten lietelanta. Lanta siirretään lantalaan koneellisesti, yleensä joko traktorin tai pienkuormaajan avulla tai lantaräpyillä. Myös kuivalantaa koskevat samat rakennusmääräykset kuin lietelantalaa, eli sen on oltava tiivis ja rakennettu lujuus- ja säänkestovaatimukset täyttävästä betonista. (Ympäristöministeriö, 2010, s. 55)

Kuivalantala tulee muodostaa vähintään kolmesta vähintään 50 cm korkeasta seinästä ja vähintään 50 cm korkeasta ajoluiskasta, jonka jatkeena tulee olla tiivispohjainen kuormauslaatta esimerkiksi betonista tai asfaltista. Lantalan pohja tulee muotoilla siten, ettei sade tai sulamisvesistä pääse aiheutumaan valumia lantalan ympäristöön. Kattamaton kuivalantala tulee varustaa riittävän suurella umpikaivolla, jonne niin kutsutut lantavedet ohjataan. Ellei tällaista kaivoa ole, on nesteet imeytettävä kuivikkeeseen. (Ympäristöministeriö, 2010, s. 55)



KUVA 3. Kuivalantala ja lietesäiliö. (Koivistoinen, 2011)

Anonyymisti haastattelemiemme urakoitsijoiden ja työssään paljon lantaa käsittelevien henkilöiden erityishuomio lantalan rakentamisessa kiinnittyi liikennejärjestelyihin ja lastausalueen tilavuuteen. Lannankuljetus- ja lastaustyön nopeuttamiseksi olisi erittäin suotavaa pyrkiä tekemään lantalan ympäristö niin sanotusti ympäriajettavaksi. Lisäksi kuljetuskalustoa ajatellen olisi hyödyllistä jos kuljetusvälineillä ei tarvitse peruutella lantalan luona, kun lantala tyhjennetään. Kun kuljetuskaluston reittejä lantalan ympäristössä mietitään, tulee samalla kertaan suunnitella myös kuormauslaitteiden liikkuminen. Mitä jouheammin kuormauskoneilla voidaan lantalan luona työskennellä, sitä tehokkaampaa lannankuljetuskin on. Kuten kuvasta 3 on havaittavissa, aina uusia rakenteita ei pystytä suunnittelemaan ihanteellisiksi liikennöinnin kannalta, jos olemassa olevat rakennukset tai muut esteet rajoittavat uudisrakentamista.

4.1.3 Muut lantalat

Muita lannan varastointimuotoja ovat muun muassa kuvassa 4 näkyvä terässäiliö, eräänlaiset tuubit ja kumikalvosta valmistetut pussit sekä lietealtaat. Mitään lannan varastoja ei voida perustaa ja rakentaa ilman rakennus- ja asennusohjeiden huolellista noudattamista. Välivarastoina käytettävät siirtokontit, kuten kuvassa 5, eivät vaadi kuitenkaan mitään perustuksia tai lupia siirrettävyytensä takia.

Lantalan rakenteen tulee olla vesitiivis ja käytettävien materiaalien ennalta hyväksyttyjä. (Ympäristöministeriö, 2010, s. 55)



KUVA 4. Teräksinen lietesäiliö Hollannissa. (Koivistoinen, 2011)



KUVA 5. Välirikontti (Koivistoinen, 2011)

Kumikalvoon perustuvia lietepusseja, kuten kuvassa 6, sekä altaita harkittaessa on otettava huomioon varaston koko, kattamisen tarve ja sekoittamisen onnistuminen. Rakennuspaikalla voi olla suuri merkitys altaan käyttöön kannalta, sillä vajaan/tyhjillään olevan altaan maahan kohdistama paine on vähäinen ja voi tällöin aiheuttaa ongelmia, jos allaskumin alle pääsee kertymään vettä tai kaasua. Allaskumin alle kertyvä kaasu tai vesi voi helposti nostaa kumikalvon koholle ja aiheuttaa pahimmassa tapauksessa kumin repeämisen. Siitä syystä rakennusvaiheessa on huolehdittava pohjamaan hyvästä salaojituksesta ja kaasunpoistoputkituksesta. Rakennuspaikan valinnassa on hyvä huomioida myös nk. lietelaguunin suuremmat haju- ja ammoniakkipäästöt suoraseinämaiseen lietesäiliöön näh-

den. Siksi kuminen lieteallas soveltuu paremmin etäsäiliöksi sellaiseen paikkaan, jossa se ei ole haitaksi ympäröivälle asutukselle. (Ympäristöministeriö, 2010, ss. 55 - 56)



KUVA 6. Lietepussi Hollannissa. (Parmainen, 2011)

Kumikalvo on herkkä rikkoutumaan ja valmistajien ohjeiden mukaan täyttö/tyhjennyspaikan ja sekoituspaikan rakennuksessa on oltava huolellinen. Paikat joihin kohdistuu kuormitusta, on syytä rakentaa vesitiiviistä betonista. Kumin ja betonin saumakohdat tulee tiivistää huolella ja rakennettaessa altaan pohjalle on hyvä sijoittaa betonilaatta, joka suojaa kumia sekoittamiseen käytettävän laitteen metalliosilta. Altaan ympärille on rakennettava aita, joka estää eläinten ym. asiattomien pääty-misen altaaseen. Viranomaisohjeiden mukaan allas tulisi myös varustaa salaoja- ja pohjaveden tarkkailujärjestelmällä joka mahdollistaa mahdollisten vuotojen havaitsemisen. (Ala-Kleme ja Hellstedt 2011, 18–25.)

Lietelantaa on mahdollista varastoida kumikalvolla vuoratuissa maanvaraisissa altaissa, eli niin kutsuissa laguuneissa. Näiden laguunien perustaminen on perinteisiin betonisiin säiliöihin nähden nopeampaa, mutta maanmuotoilutöiden osalta vaativaa. On suositeltavaa tehdä maapohjan tutkimus, jolla selvitetään rakennuspaikan maapohja. Rakennuskustannuksia nostaa merkittävästi, jos valitulla rakennuspaikalla on savea tai paljon suurikokoisia kiviä. Joissakin tapauksissa maanvaihto voi muodostua niin merkittäväksi kustannuseräksi, että säiliön paikkaa joudutaan harkitsemaan uudelleen. Siksi on hyvä tietää millaista maata lähdetään kaivamaan, jotta ylimääräisiltä kustannuksilta vältyttäisiin.

Valmistajien ohjeista käy ilmi millaisia vaatimuksia altaiden pohjille asetetaan. Tärkeää on huolehtia, että rakennuspaikan maa on kantavaa tai puolikantavaa. Rakennuspaikan on oltava kivetöntä eikä se saa sisältää eloperäisiä maa-aineksia. Jos rakennuspaikan maa on savea, tulee altaan pohjaa so- rastaa suositusten mukaan vähintään 10 cm hienojakoisella hiekalla. Tällöin allas tulee kaivaa kaut- taaltaan koko altaan alalta 10 cm suuremmaksi kuin annetut mitat. Niin kutsuttuna laakerikerrokse- na hiekan sijaan voidaan käyttää myös suodatin kangasta. Ennen suodatinkankaan asettamista tai hiekan levitystä tulee altaan pohja salaojittaa, jotta estetään veden varastoituminen allaskumin alle. Allaskumin alle jäävä vesi voi nostaa allaskumin irti maapohjasta ja täten pienentää altaan tilavuut-

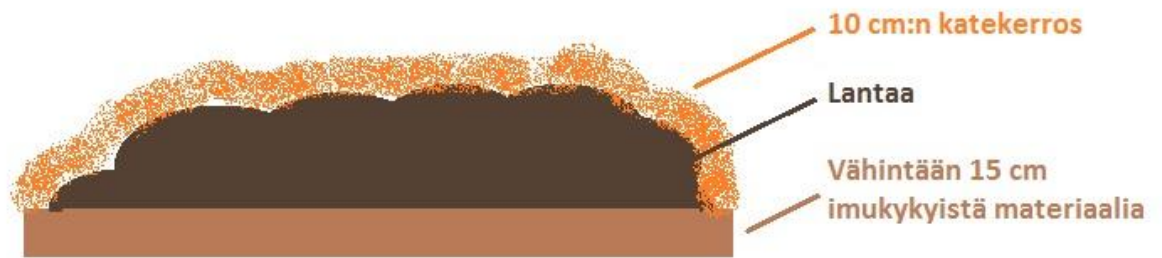
ta. Pahimmillaan veden paine voi jopa aiheuttaa repeämän allaskumiin, mikä johtaa kalliisiin korjaus töihin. Mikäli allaskumiin tulee repeämiä, on niiden korjaaminen kallista sillä kumin alle päätnyt lanta on lähes välttämätöntä poistaa, jotta vältetään kumin alla tapahtuva lannan kaasuuntuminen.

4.2 Patterointi

Lannan patterointi on viime aikoina yleistynyt suurten karjatilojen kasvaneiden varastointi tarpeiden takia. Lantaa syntyy enemmän ja sen levittämiseen vaadittava aika on siten myös suurempi. Patteroinnin alkuperäinen tarkoitus on ollut varaston korvaaminen poikkeuksellisessa tilanteessa, esimerkiksi silloin kun on epävarmaa jatkuuko tilan kotieläintuotanto. Nykyisin lannan patterointia ei sallita lantala korvaavaksi lannan varastointipaikaksi, vaan kaikki kotieläinten tuottama lanta tulee varastoida asianmukaisessa lantalassa. Mikäli tilalla syntyy vuodessa alle 20 m³ lantaa, voidaan lanta varastoida tiivispohjaisella alustalla tai siirtolavalla. (Ympäristöministeriö 2010, 53–54.)

Vuodesta 2007 alkaen Ympäristöministeriö on sallinut lannan patteroinnin vain työtekniisten ja hygieenisten syiden vuoksi. Silloinkin patteroinnista on tehtävä ilmoitus kunnan ympäristöviranomaiselle ennen patteroinnin aloittamista ja patteri tulee tehdä nitraattiasetuksen ohjeiden mukaisesti, niin ettei vesien pilaantumisvaaraa aiheudu. (Ympäristöministeriö 2010, 53–54) Patteri tulee sijoittaa tasisen peltolohkon keskelle tai hieman kaltevan pellon yläpäähän. Patteria ei saa sijoittaa 100 metriä lähemmäksi vesistöä tai valtaojaa, viisi metriä lähemmäksi ojaa eikä 100 metriä lähemmäksi talousvesikaivoa. Lantapatteria ei saa sijoittaa tulvanalaisille eikä pohjavesialueille. (Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 9.11.2000/931 4§ liite 1.)

Perustettavan lantapatterin pohjalle tulee levittää turvetta tai muuta imukykyistä materiaalia vähintään 15 cm:n kerros, jotta ravinnevalumat saadaan talteen. Talviaikana tehtävän patterin alta täytyy poistaa lumi. Lanta patteroidaan yhdessä tai muutamassa suuremmassa aumassa. Varastoiminen pienissä kasoissa katsotaan lannan levitykseksi. Yhteen patteriin sijoitetaan vähintään yhden peltohehtaarin tarvitsema lantamäärä. Vuosittain lantapatterin tekoa samaan paikkaan tulee välttää. (Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 9.11.2000/931 4§ liite 1) Virallisten ohjeiden mukaan patteri voidaan perustaa joko kevättalvella, jolloin levitys tulee tehdä saman vuoden keväällä, tai patteri voidaan perustaa syksyllä viimeistään seuraavan vuoden keväällä levitettäväksi. Ylivuoteinen tai kesällä tapahtuva patterointi on kiellettyä. (Ympäristöministeriö 2010, 53–54) Lantapatterin tulee aina peittää, jotta ylimääräinen valunta ja haihdunta estetään. Patterin peitteeksi soveltuu erillinen peite tai vähintään 10 cm:n turve- tai muu vastaava suojakerros. Syksyllä tehty patteri tulee levittää peltoon seuraavana keväänä sulaan maahan. Luonnonmukaisessa viljelyssä pellolle tehty patteri tulee levittää seuraavan kasvukauden aikana. Jos levittäminen ei ole tällöin mahdollista, niin patteri tulee peittää sateenpitävällä katteella ja levittää seuraavana keväänä. (Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 9.11.2000/931 4§ liite 1.)



KUVA 7. Lantapatterin rakenne (Koivistoinen, 2014)

Työtekniiseksi syyksi patteroinnin sallimisen kannalta katsotaan esimerkiksi poikkeuksellinen kelirikko, joka estäisi lannan kuljettamisen tavalliseen levitys ajankohtaan nähden. Näin ollen patterointi ei ole sallittua, jos sillä haetaan pelkästään levittämisen tehostamista. YM:n ohjeissa sanotaankin, ettei lannan kasoihin ajaminen pellolle alle kaksi viikkoa kestävää varastointia varten ole patterointia. Jos patteroinnille olisi tarvetta juuri työn tehostamisen takia, on tällöin harkittava etälantalan rakentamista. Jos lantaa patteroidaan hygieniasyihin vedoten, on syynä oltava jokin lannan sisältämä taudinaiheuttaja, kuten Salmonella, Yersinia tai Listeria. (Ympäristöministeriö, 2010, ss. 53 - 54)

4.3 Levitysajan ja etävarastoinnin vaikutus toisiinsa

Nitraattiasetuksen määräyksien mukaan lantaa saa levittää vain 15.4.–15.10.välisenä aikana, kun maa maassa ei ole routaa eikä lumipeitettä ja maa on riittävän kuiva pidättääkseen lannasta tulevan nesteen. Levitysaikaa voidaan poikkeussäännön mukaan jatkaa alkupäästä aloitettavaksi aikaisintaan 1.4. ja lopettavaksi viimeistään 15.11. jos edellä mainitut seikat routaan, lumipeitteeseen ja maan kuivuuteen täyttyvät. Lantaa levitettäessä on huomioitava, ettei lantaa saa levittää alle 5 metrin etäisyydelle vesistöstä ja 5–10 metrin etäisyydellä vesistöä vain, jos pellon kaltevuus on alle kaksi prosenttia. Lannan levitys kielletään nitraattiasetuksessa sellaisilla pelloilla, joiden keskimääräinen kaltevuus ylittää 10 prosenttia.

Voidaanko etävarastoinnilla saada kustannussäästöjä? Loogisesti ajateltuna lannan etävarastointi voi helpottaa tilan työkiireitä, kun lanta on mahdollista siirtää pidempien kuljetusmatkojen taakse muulloin kun varsinaisena lannan levitysaikana. Tämä ei tietenkään itsessään vähennä työn kokonaismäärää, mutta jakaa työt tehtäväksi pidemmälle aikajanalle. Täten vähentynyt kiire, mitä suurimmalla todennäköisyydellä, vähentää huolimattomuudesta johtuvia konerikkoja sekä muita kiireestä johtuvia vahinkoja. Toinen mahdollisuus saada kustannussäästöjä on kuljetustavan valinnassa. Omalla levityskalustolla lannan kuljettaminen voi tuntua fiksulta ajatukselta, mutta pidemmillä matkoilla levityskaluston tilavuus ei välttämättä ole riittävän suuri jotta kuljettaminen olisi tehokasta niin ajan käytön kuin kaluston käytöstä syntyvien muuttuvien kustannusten näkökulmasta. Kun siirrytään käyttämään erillistä siirtokalustoa ja levityskalustoa, tarvitaan pellon laitaan hyvin monessa tapauksessa kuvan 8 kaltainen välikontti. Tällaisella järjestelyllä levitys ja siirtokaluston ei tarvitse osua pellon laitaan samaan aikaan vaan siirtokalusto voi purkaa kuomansa konttiin, jos levityskalustolla voidaan noutaa uusi kuorma kun sen aika on.



KUVA 8. Siirtovaunun tyhjennys välikonttiin. (Koivistoinen, 2011)

4.4 Varastokoko

Lantavarastoja täytyy tilalla olla eläinmäärän mukaisesti vaadittu määrä. Kaikkea lantaa ei ole pakko varastoida tilakeskuksen läheisyydessä vaan voidaan hyödyntää etävarastoja tai tehdä lannanluovutussopimuksia muiden tilojen kanssa, joilla on itsellään ylimääräistä varastokapasiteettia.

Valtioneuvoston asetuksen 931/2000 4 § säädetään lannan varastoinnista seuraavasti *"Lannan ja virtsan varastointitilan tulee olla riittävän suuri, että siihen voidaan varastoida 12 kuukauden aikana kertynyt lanta lukuun ottamatta samana laidunkautena eläinten laidunnuksen yhteydessä laitumelle jäävää lantaa. Varastointitilan mitoituksessa otetaan huomioon myös viljelijöiden yhteiset varastot, asianmukaiset suppeat jaloittelualueet ja pihattotyyppiset kuivikepohjat."* Poikkeaminen lannan varastointitilan tilavuudesta on mahdollista, mikäli lantaa luovutetaan sellaiselle hyödyntäjälle, joka voi vastaanottaa sitä ympäristönsuojelulain 28 §:n mukaan myönnetyn luvan perusteella tai lantaa luovutetaan toiselle viljelijälle tämän asetuksen mukaisella tavalla varastoitavaksi tai välittömään hyötykäyttöön. Poikkeamisesta lannan varastointitilan tilavuudesta tulee ilmoittaa riittävän ajoissa kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Ympäristönsuojeluviranomainen antaa tarvittavia päätöksiä ympäristönsuojelulain 84 § nojalla. (Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien veisiin pääsyn rajoittamisesta 9.11.2000/931 4§)

4.5 Varastojen sijoittelu

Lannan etävarastoinnin suhteen varastot voidaan sijoittaa monella eriävällä tavalla. REKKA-hankkeen tilamallin mukaisesti lannan etävarastot sijaitsivat joko 25 km etäisyydellä tilasta tai kolmannen lisäpellonhankintamallin mukaisesti 50 km päässä tilakeskuksesta. Läheltä hankituille pelloille ei ole välitöntä tarvetta kaavailla lannan etävarastoja, muutoin kuin siinä tapauksessa mikäli tilan tuotannon laajentamisen yhteydessä tilakeskuksen yhteyteen ei aiota rakentaa lisää lannan varastokapasiteettia. Etäällä sijaitsevien peltöjen ollessa kyseessä on syytä tarkkaan harkita miten ja minne etävarastot sijoitetaan. Jos peltolohkot ovat hyvin hajallaan toisistaan, voidaan harkita yhden suuren varaston rakentamista lohkojen sijaintiin nähden keskeiselle paikalle. Toinen ja samalla myös levi-tyksen näkökulmasta parempi vaihtoehto on rakentaa useampia varastoja erisuunnalla sijaitsevien peltöjen läheisyyteen. Kuitenkin kustannusten näkökulmasta on merkittävää huomioida rakentamiskustannusten kehittyminen lantavaraston koon suhteen.

TAULUKKO 1. Esimerkkejä lantavarastojen koosta ja kustannuksista

	Tilavuus	Kustannus	Käyttöikä	Vuotuinen kustannus
Merikontti	34 m ³	1 600 €	15 v.	107 €
Merikontti	68 m ³	2 200 €	15 v.	147 €
Lietesäiliö	500 m ³	16 776 €	30 v.	559 €
Lietesäiliö	1000 m ³	25 428 €	30 v.	848 €
Lietesäiliö	1500 m ³	32 431 €	30 v.	1 081 €

Taulukossa 1 esitetyistä on selvästi havaittavissa, että pieni 500 m³:n lietesäiliö on vain puolet halvempi verrattuna kolme kertaa suurempaan 1500 m³:n säiliöön. Siksi säiliöiden rakentamista harkit-

taessa on syytä laskea kuinka suureksi kuljetuskustannukset muodostuvat jos lantavarasto on keskeisellä paikalla verrattuna hajautetusti sijoitettuihin pienempiin varastoihin.

Uuden lantavaraston sijaintia mietittäessä on hyvä ottaa huomioon useita seikkoja. Ensimmäinen paikanvalintaan vaikuttava tekijä on maasto ja sen muodot. Jos maastolliset tekijät ovat liikenteen kannalta haastavat, voi varaston sijainti muodostua ongelmaksi etenkin sään vaikutuksesta. Lantavaraston ympärillä olisi syytä olla runsaasti tilaa, jotta liikkuminen isollakin kalustolla on helppoa. Huomiota tulee kiinnittää niin kuljetuskaluston kuin myös levityskaluston vaatimuksiin. Erillisellä kuljetuskalustolla tehtävä lannan siirto on sujuvinta kun säiliöt sijaitsevat hyvien teiden lähellä. Tämä voi kuitenkin muodostua hidastavaksi tekijäksi, kun lantaa aletaan levittää. Levityskaluston näkökulmasta säiliöt olisi hyvä saada sijoitettua mahdollisimman lähelle peltoa. Jos levityskalustolla joudutaan kuljettamaan lantaa vielä etäsäiliöltä teitä pitkin pellolle, menetetään osa erillisen kuljetuskaluston tuomista hyödyistä.

Lantalan sijoittaminen oikein on ensisijainen seikka lantalan paikkaa suunniteltaessa. Tärkeimpänä seikkana oikeaan lantalan sijoittamiseen on lannankäsittelyn helpottaminen. Jos tilakeskuksen välittömässä läheisyydessä ei ole paljoakaan peltoa, voi oikeaksi ratkaisuksi osoittautua rakentaa tuotantorakennuksen läheisyyteen pienempi säiliö josta lantaa ajetaan toiseen suurempaan säiliöön joka sijaitsee peltojen läheisyydessä. (Paasonen ja Puumala 2001, 40)

5 LASKELMIEN TAUSTATIEDOT

Lannanajoon lasketaan kuuluvan kuormaus, kuljetus ja levitys. Tehokkaammasta kalustosta huolimatta suuremmissa yksiköissä lannanajoon kuluu enemmän aikaa. (Alasuutari 2/2007, 4.) Mielekkäintä kuljetusmatkaa arvioitaessa karkeana mittapuuna voidaan pitää sitä, että kuljetuskustannukset eivät saisi ylittää lannan arvoa lannoitteena (Kapuinen 2002, 86). Keskimäärin lannan kuljetusmatka nautakarjatiiloilla on 2,4 kilometriä tilalta pellolle (Alasuutari 2/2007, 3). Tilakoko vaikuttaa lannankuljetus aikaan. Pienemmillä tiloilla aikaa kuluu enemmän kuin suuremmilla tiloilla. (Alasuutari. 2/2007, 5.) Kuljetuskustannuksia voidaan alentaa niin, että lantaa luovutetaan naapuritalalle (Kapuinen 2002, 87). Isommat kalustot ovat lannan siirrossa lähestulkoon aina edullisempia, kuin tilanne jossa turvaudutaan traktoriin ja levitysvaunuun (Rehnström 2/2009, 19).

5.1 Lannan määrä ja levitys pinta-ala

Lypsylehmä tuottaa kuivalantaa 12 m^3 vuodessa, hieho 9 m^3 ja nuorkarja alle 6 kuukautta $2,4 \text{ m}^3$ (Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje 2010, 52). REKKA hankkeen tilamallissa tilalla on 140 lypsylehmää, 120 hiehoa ja 12 alle kuuden kuukauden ikäistä vasikkaa. Hankkeen tilamallin pohjalta laskettuna tila tuottaa kuivalantaa vuodessa $2788,8 \text{ m}^3$ ja vastaavasti lietelantaa 4904 m^3 .

Tilalla, jolla on eläimiä, tulee olla käytettävissään riittävä määrä lannan levitykseen soveltuvaa peltoa. Tilan hallinnassa olevan peltoalan ja erinäisten sopimusten tulee kattaa kotieläintilalta yhden vuoden aikana tulevan lannan määrä. Lannanlevityssuunnitelman mukaiset toiminnanharjoittajan hallinnassa olevat pellot ja lannan luovutussopimuksiin sisältyvät pellot hyväksytään lannan levitysalaksi. (Kotitalouden ympäristönsuojeluohje 2010, 59.)

5.2 Kuormauksen vaikutus ajan käyttöön

Traktorin etukuormain on edelleen suosituin kuormausväline maataloudessa, vaikka muutkin kuormausvaihtoehdot ovat lisääntyneet. Nykyiset traktorit ovat tehokkaita kuormauskoneita, koska ajosuunnan vaihtaminen onnistuu ilman kytkimen käyttöä. Kauhan liikkuvuus on myös parantunut ja vastaa riipeydeltään pyöräkuormaajaa. Nykyaikaisissa traktoreissa ongelmaksi muodostuu traktorin painon ja pituuden kasvu. (Oristo 4/2014, 18.)

Lannan kuormauksessa ja kuljetuksessa tulee muistaa niin sanotun puhtaan ja likaisen reitin risteämättömyys. Lannan kuljetusreitti tulisi suunnitella niin, että ei käytetä samaa tietä, jolla kuljetetaan maitoa tai eläinten rehuja. (Palva 2009, 74.) Aina puhdasta ja likaista liikennettä ei pystytä täysin ohjaamaan omille reiteilleen ja siksi olisi viisainta pyrkiä pitämään käytettävä lannankuljetuskalusto mahdollisimman puhtaana ja siistinä ja huolehtimaan ettei lantaa pääsisi kulkeutumaan puhtaille reiteille mielellään lainkaan.

Ajankäytöllisesti lannankuljetuksessa kuormauksella ja täyttöajoilla on hyvin suuri merkitys. Laskelmiemme mukaan esimerkiksi 12 m^3 :n kokoisen kuivalantavaunun täyttämiseen menee helposti kuusi

minuuttia. Vastaavassa ajassa ehtii 40 km/h keskinopeudella ajamaan neljän kilometrin matkan. Paluumatka vie tietenkin vielä toiset kuusi minuuttia. Myös kuorman levittämiseen voi mennä saman verran aikaa kuin lastaukseen, joten tällaisessa tapauksessa kuormaus viennistä neljäsosa on kulu-
nut lastaukseen. Jos kuormaukseen on käytettävissä erilaisia koneita, on laskennallisesti työn koko-
naiskestoon vedoten järkevintä pyrkiä käyttämään kuormausteholtaan tehokkainta mahdollista ko-
netta. Samaiset kuormauksen nopeuteen liittyvät asiat pätevät myös lietteen kuljetukseen ja levityk-
seen.

Erilaisia kuormauslaitteita vertailtaessa olemme havainneet selkeitä eroavaisuuksia kuormauksen
nopeudessa. Kuitenkaan näissä eroavaisuuksissa ei ole ollut yhtä selkeää linjaa, niin että voitaisiin
todeta jonkin koneen olevan toista parempi, kun verrataan kuormaustehoa. Suurimmat erot
kuormaustehoksissa johtunevatkin kuljettajasta, joka ajaa kuormauskonetta. Sujuvasti ja nopeasti
keskikokoista traktoria käyttävä kuljettaja voi tehdä täyden kuorman nopeammin kuin rauhallisen
verkkaisesti telakaivinkonetta ajava kuljettaja. Juuri tästä syystä tämän opinnäytetyön laskelmia var-
ten kehitetyssä laskurissa ei ole vakioituja esimerkki aikoja tietyille kuormauskoneille, vaan kuorma-
us ajat ovat täysin varioitavissa tilanteeseen kuin tilanteeseen.

Joissain tapauksissa myös lannan koostumuksella ja kuormausalueen koolla sekä muodolla on mer-
kitystä kuormauksen nopeuteen. Etenkin traktorin etukuormaajalla kuormattaessa, voi hyvin kostea
lanta rajoittaa yhteen kauhalliseen otettavan lannan määrää. Traktori vaatii myös verrattain suuren
alan liikkumiseen kuormauksen yhteydessä. Telakaivinkone puolestaan on varsin tunnoton lannan
koostumukselle ja kosteudelle, ja kuormaus nopeus säilyy suurin piirtein samana aina saman kuljet-
tajan ollessa kyseessä. Kaivinkone mahtuu myös työskentelemään huomattavan pienessä tilassa
verrattuna sen kuormauskapasiteettiin. Juuri pienitilantarve nostaa kaivin koneen kuormaus tehoa,
eikä niinkään kaivinkoneen nostoteho. Kurottaja sijoittuu vertailussa hyvin usein traktorin ja tela-
kaivinkoneen väliin. Sen nostokapasiteetti on suurempi kuin traktorin ja monesti myös suurempi kuin
kaivinkoneen, mutta sekin vaatii liikkuaan melko suuren tilan. Kurottajan nelipyörä ohjaus kui-
tenkin mahdollistaa sen liikkumisen ja kääntymisen huomattavasti traktoria pienemmässä tilassa,
mutta kaivinkoneen tilantarpeeseen sekään ei pääse.

Lietelannalla suurimman vaikutuksen kuormauksen kestoon luo käytettävä pumppaus menetelmä.
Liikennöintijärjestelyt voivat olla seuraavaksi merkityksellisin tekijä ajankäytössä, sillä kaikki ylimää-
räinen peruuttelu ja kaluston asemointi pumppausta varten vie yllättävän paljon aikaa. Tähän liittyen
saimme kuulla huomattavan paljon kommentteja haastatteluita tehdessämme.

5.3 Laskurin esittely

Opinnäytetyön laskelmat on tehty työn ohella kehitetyn laskurin avulla. Laskuri on kehitetty ensisijaisesti tämän opinnäytetyön työvälineeksi helpottamaan laskelmien kokoon saantia, mutta sitä on myös mahdollista kehittää edelleen. Laskurin toiminta perustuu laskenta kaavoihin, joita ohjataan kuvassa 8 näkyvän päänäkymän liukupalkeilla. Laskuri ottaa myös laskelmissa huomioon kuljetuskalustoille määritettävän tuntihinnan. Tuntihintaa laskelmissa käytetään siitä syystä, että laskelmien painopiste on pidemmillä siirtomatoilla jolloin siirtourakoitsijatkin käyttävät työssään tuntiveloitusta. Kuvassa 9 näkyvät kuivalantalaskelmien pohjana käytetyt ajat kuormauksessa ja kuorman purkamisessa/levityksessä.

REKKA KULJETUS MATKA <input type="text" value="1 km"/> MAANTIENOPEUS <input type="text" value="65 km/h"/> VAUNUN TILAVUUS <input type="text" value="35 m3"/> TÄYTTÖAIKA <input type="text" value="20 min"/> TYHJENNYKSEN KOKONAISKESTO (SIS. PELLOLLE MENON, TYHJENNYKSEN JA SÄILIÖLLE PALUUN) <input type="text" value="2 min"/> HÄIRIÖAIKA <input type="text" value="2 min"/>		REKAN KAPASITEETTI TUNNISSA 81,3 m3 SIIRTOVAUNUN KAPASITEETTI TUNNISSA 70,6 m3 LEVITYSKALUSTON KAPASITEETTI SIIRROSSA 42,4 m3 LEVITYS KAPASITEETTI TUNNISSA 51,4 m3 LANNAN KOKONAISTARVE ALALLE 1200 m3 LEVITYKSEEN KULUVA AIKA 23,3 h	
SIIRTOVAUNU KULJETUS MATKA <input type="text" value="1 km"/> MAANTIENOPEUS <input type="text" value="40 km/h"/> VAUNUN TILAVUUS <input type="text" value="20 m3"/> TÄYTTÖAIKA <input type="text" value="10 min"/> TYHJENNYKSEN KOKONAISKESTO (SIS. PELLOLLE MENON, TYHJENNYKSEN JA SÄILIÖLLE PALUUN) <input type="text" value="2 min"/> HÄIRIÖAIKA <input type="text" value="2 min"/>		100 €/h REKAN KUSTANNUS 1477 € 3414 € 60 €/h SIIRTOVAUNUN KUSTANNUS 1020 € 2957 € 83 €/h LEVITYSKALUSTON KUST. 2352 € 83 €/h ERILLISLEVITYKSEN KUST. 1937 € REKAN AIKA 14,8 h 38,1 h SIIRTOVAUNUN AIKA 17,0 h 40,3 h LEVITYSKALUSTON AIKA 28,3 h ERILLISLEVITYKSEN AIKA 23,3 h	
LEVITYSVAUNU KULJETUS MATKA <input type="text" value="1 km"/> MAANTIENOPEUS <input type="text" value="40 km/h"/> VAUNUN TILAVUUS <input type="text" value="12 m3"/> TÄYTTÖAIKA <input type="text" value="6 min"/> LEVITYKSEN KOKONAISKESTO (SIS. PELLOLLE MENON, LEVITYKSEN JA SÄILIÖLLE PALUUN) <input type="text" value="6 min"/> HÄIRIÖAIKA <input type="text" value="2 min"/>		PINTA-ALA <input type="text" value="40 ha"/> LEVITYSMÄÄRÄ <input type="text" value="30 m3/ha"/>	

KUVA 9. Lannankuljetuslaskuri. (Ahonen, 2014)

Laskurissa vasemmalla olevat laatikot ovat eri kuljetuskalustojen määrittämiseen käytettäviä lähtötietolaatikoita. Oikealla olevista laatikoista nähdään ensimmäisiä tuloksia. Sinisestä laatikosta näkyy eri kuljetuskalustojen kuljetuskapasiteetit tuntia kohden. Oranssiin laatikkoon käyttäjän tulee määrittää kuljetuksen ja levityksen tuntihinta jolloin samaiseen laatikkoon saadaan urakan kokonaiskustannus ja työsuoritukseen kuluva kokonaisaika. Alinna oikealla olevasta vihreästä laatikosta löytyvät palkit määrittävät lannan levityksen kohteena olevan pellon tai alueen pinta-alan ja hehtaaria kohden levitettävän lannan määrän.

Laskurin toimivuuden todentamiseksi ja kehittämiseksi on hyödynnetty video materiaalia kuivalannan kuormauksesta ja kuivalannan levityksestä. Lietelannan osalta apuna on käytetty ajanotto kellolla otettuja aikoja sekä kuormauksesta, levityksestä että suoraan säiliöön tyhjennyksestä.

6 LASKELMAT

Laskennallisesti lannan kuljettaminen vie melko paljon aikaa. Todellisuudessa kuljettamiseen tarvittu aika voi olla vielä merkittävästi suurempi. Seuraavissa esimerkki laskelmissa on esitetty laskennallisen kuljettamisen vaatima aika 25 km siirtomatkalle. 40 ha peltoalueelle menee lantaa 30 m³/ha levitysmäärällä 1200 m³. Riippuen kuljetusmatkan pituudesta, tiellä kulutettu aika voi viedä suuren osan kokonaistyöajasta. Tämän ns. esiselvitystyön jälkeen tulevan lanta hankkeen tiimoilta voinee tulla laajalle yleisölle käyttökelpoinen lannankuljetuslaskuri.

6.1 Laskelmia kuivalannalle

Laskelmat liittyvät toisiinsa ja jos niiden lähtöarvoja halutaan muuttaa, tulee laskelman muutokset aloittaa järjestyksessä laskelma kerrallaan. Näiden laskelmien on tarkoitus toimia vain esimerkkinä.

Lannan siirtoajan vertailu kuormaa kohden										
REKKA	matka		nopeus		min		ees-taas		lastaus	
	25 km	÷	65 km/h	*	60	*	2	+	20 min	+
Pelkkä kuljetus									2 min	+
									2 min	=
										70 min
SIIRTOVAUNU	matka		nopeus		min		ees-taas		lastaus	
	25 km	÷	40 km/h	*	60	*	2	+	10 min	+
Pelkkä kuljetus									2 min	+
									2 min	=
										89 min
LEVITYSVAUNU	matka		nopeus		min		ees-taas		lastaus	
	25 km	÷	40 km/h	*	60	*	2	+	6 min	+
Levittää suoraan peltoon									6 min	+
									2 min	=
										89 min
(LEVITYS	lastaus		purku		häiriöaika		kok.aika/kuorma			
	6 min	+	6 min	+	2 min	=	14 min			

KUVA 10. Laskelmassa on esitetty ajankäyttö yhden kuorman kuljettamiseen vertailemalla kolmea erilaista kuljetuskalustoa. Kalustona laskelmassa on käytetty rekkaa, siirtovaunua sekä lannanlevitysvaunua. Rekalla ja siirtovaunulla lanta ajetaan pellolle patteriin ja levitysvaunulla levitetään suoraan peltoon. Levitysvaunun kokonaisaika sisältää kuljetuksen sekä levityksen. Rekan ja siirtovaunun kohdalla levitys tehdään erillisellä kalustolla.

Lannan siirtoajan vertailu lannan kokonaismäärällä										
REKKA	lannan määrä			m ³ /kuorma			min/kuorma		kok.aika	tunteina
	1200	m ³	÷	35	m ³	*	70 min	=	2405 min	= 40,1 h
SIIRTOVAUNU	lannan määrä			m ³ /kuorma			min/kuorma		kok.aika	tunteina
	1200	m ³	÷	20	m ³	*	89 min	=	5340 min	= 89,0 h
LEVITYSVAUNU	lannan määrä			m ³ /kuorma			min/kuorma		kok.aika	tunteina
	1200	m ³	÷	12	m ³	*	89 min	=	8900 min	= 148,3 h
LEVITYS	lannan määrä			m ³ /kuorma			min/kuorma		kok.aika	tunteina
	1200	m ³	÷	12	m ³	*	14 min	=	1400 min	= 23,3 h

KUVA 11. Laskelmassa on laskettu 1200 m³ kuljettamiseen kuluva aika eri siirtokalustoilla. Lannan levitysmäärä muodostuu pellon koosta ja hehtaaria kohden levitettävästä lannan määrästä.

Kustannukset										
	kuljetusaika		hinta		levitys		hinta		Kustannukset	
REKKA	40,1 h	*	100 €/h	+	23,3 h	*	83 €/h	=	5945	€
SIIRTOVAUNU	89,0 h	*	60 €/h	+	23,3 h	*	83 €/h	=	7277	€
LEVITYSVAUNU	148,3 h	*	83 €/h	=	12312					€
LEVITYS	23,3 h	*	83 €/h	=	1937					€

KUVA 12. Kustannukset laskelmasta nähdään, millaisella laskutoimituksella 25 kilometriin tehtävän lannansiirron kokonaiskustannukset rakentuvat. Laskelman lähtötiedoksi tarvitaan siirtoajan vertailu laskelmasta kuljetukseen sekä levitykseen kuluva aika ja näiden tuntikustannukset.

Kuutiota tunnissa						
	m ³ /kuorma		min/kuorma		min	m ³ /h
REKKA	35 m ³	÷	70 min	*	60	= 29,9
SIIRTOVAUNU	20 m ³	÷	89 min	*	60	= 13,5
LEVITYSVAUNU	12 m ³	÷	89 min	*	60	= 8,1
LEVITYS	12 m ³	÷	14 min	*	60	= 51,4

KUVA 13. Yllä oleva laskelma kuvastaa eri kalustojen tehokkuutta lannan kuljetuksessa 25 kilometrin siirtomatalla. Tuloksena saadaan kuljetusteho kuutiota tunnissa.

Kustannus kuutiolle levitettynä					
	€/h		siirtokapasiteetti		levitys
REKKA	100 €/h	÷	29,9 m ³ /h	+	1,61 €/m ³
SIIRTOVAUNU	60 €/h	÷	13,5 m ³ /h	+	1,61 €/m ³
LEVITYSVAUNU	83 €/h	÷	8,1 m ³ /h		
(LEVITYS	83 €/h	÷	51,4 m ³ /h	=	1,61 €/m ³)

KUVA 14. Kustannus kuutiolle levitettynä laskelmassa siirtokalustoille on laskettuna lisäksi levityksen kustannus. Jos siirtoa tehtäisiin levitysvaunulla, ei tietenkään erillistä levitystä tarvita.

6.2 Laskelmia lietelannalle

Lietelannan laskelmat ovat lähtötiedoiltaan erilaisia kuivalanta laskelmiin nähden, mutta peruskaava on kaikissa sama.

Lannan siirtoajan vertailu kuormaa kohden										
REKKA	matka		nopeus		min		ees-taas		lastaus	
Pelkkä kuljetus	25 km	÷	65 km/h	*	60	*	2	+	6 min	+
									6 min	+
									2 min	=
										60 min
SIIRTOVAUNU	matka		nopeus		min		ees-taas		lastaus	
Pelkkä kuljetus	25 km	÷	35 km/h	*	60	*	2	+	6 min	+
									4 min	+
									2 min	=
										98 min
LEVITYSVAUNU	matka		nopeus		min		ees-taas		lastaus	
Levittää suoraan peltoon	25 km	÷	35 km/h	*	60	*	2	+	4 min	+
									6 min	+
									2 min	=
										98 min
(LEVITYS	lastaus		purku		häiriöaika		kok.aika/kuorma			
	4 min	+	6 min	+	2 min	=	12 min			

KUVA 15. Laskelmassa on esitetty ajankäyttö yhden liete kuorman kuljettamiseen vertailemalla kolmea erilaista kuljetus kalustoa. Kalustona laskelmassa on käytetty rekkaa, siirtovaunua sekä lannan levitysvaunua. Rekalla ja siirtovaunulla lanta ajetaan pellolle välisäiliöön tai siirtokonttiin ja levitysvaunulla liete levitetään suoraan peltoon. Levitysvaunun kokonaisaika sisältää kuljetuksen sekä levityksen. Rekan ja siirtovaunun kohdalla levitys tehdään erillisellä kalustolla.

Lannan siirtoajan vertailu lannan kokonaismäärällä										
REKKA	lannan määrä		m ³ /kuorma		min/kuorma		kok.aika		tunteina	
	1200 m ³	÷	32 m ³	*	60 min	=	2256 min	=	37,6 h	
SIIRTOVAUNU	1200 m ³	÷	24 m ³	*	98 min	=	4886 min	=	81,4 h	
LEVITYSVAUNU	1200 m ³	÷	12 m ³	*	98 min	=	9771 min	=	162,9 h	
LEVITYS	1200 m ³	÷	12 m ³	*	12 min	=	1200 min	=	20,0 h	

KUVA 16. Laskelmassa on laskettu 1200 m³ kuljettamiseen kuluva aika eri siirtokalustoilla. Ensimmäisenä laskelmassa näkyy siirrettävän lannan määrä, seuraavana kuljetus kaluston tilavuus ja kolmantena Kuvassa 15 lasketut kuormaan kuluvat ajat.

Kustannukset												
	kuljetusaika			hinta			levitys			hinta		Kustannukset
REKKA	37,6	h	*	100	€/h	+	20,0	h	*	100	€/h	= 5760 €
SIIRTOVAUNU	81,4	h	*	90	€/h	+	20,0	h	*	100	€/h	= 9329 €
LEVITYSVAUNU	162,9	h	*	100	€/h	=	16286			€		
LEVITYS	20,0	h	*	100	€/h	=	2000			€		

KUVA 17. Kustannukset laskelmasta nähdään, miten 25 kilometriin tehtävän lannansiirron kokonaiskustannukset muodostuvat. Laskelman lähtötiedoksi tarvitaan siirtoajan vertailu laskelmasta kuljetukseen sekä levitykseen kuluva aika, mikä löytyy kuvasta 16 ja tuntikustannukset, jotka pitää päättää itse.

Kuutiota tunnissa						
	m3/kuorma		min/kuorma		min	m3/h
REKKA	32 m3	÷	60 min	*	60	= 31,9 m3
SIIRTOVAUNU	24 m3	÷	98 min	*	60	= 14,7 m3
LEVITYSVAUNU	12 m3	÷	98 min	*	60	= 7,4 m3
LEVITYS	12 m3	÷	12 min	*	60	= 60,0 m3

KUVA 18. Yllä oleva laskelma kuvastaa eri kalustojen tehokkuutta lannan kuljetuksessa 25 kilometrin siirtomatkalla. Tuloksena saadaan kuljetusteho kuutiota tunnissa.

Kustannus kuutiolle levitettynä					
	€/h		siirtokapasiteetti		levitys
REKKA	100 €/h	÷	31,9 m3/h	+	1,67 €/m3 = 4,8 €/m3
SIIRTOVAUNU	90 €/h	÷	14,7 m3/h	+	1,67 €/m3 = 7,77 €/m3
LEVITYSVAUNU	100 €/h	÷	7,4 m3/h		= 13,57 €/m3
(LEVITYS	100 €/h	÷	60,0 m3/h	=	1,67 €/m3)

KUVA 19. Kustannus kuutiolle levitettynä laskelmassa siirtokalustoille on laskettuna lisäksi levityksen kustannus. Jos siirtoa tehtäisiin levitysvaunulla, ei tietenkään erillistä levitystä tarvita.

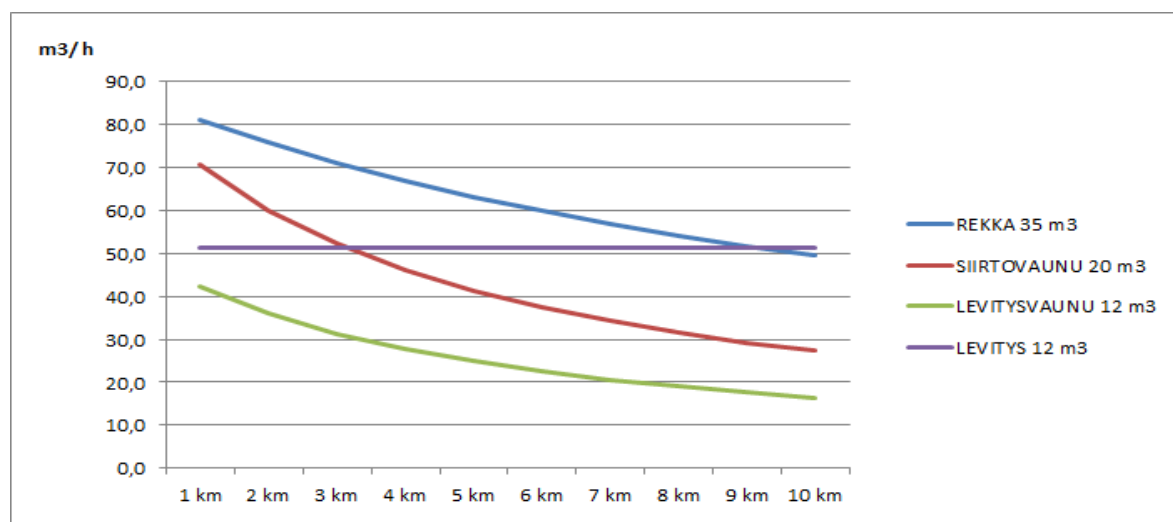
7 TULOKSET

Tuloksissa on esiteltynä kuivalantalaskelmista saatuja tuloksia ja lietelanta laskemien tulokset on koottuna tiivistetysti liitteisiin.

TAULUKKO 2. Kalustojen siirtokapasiteetin vertailu.

Siirtokapasiteetti	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	6 km	7 km	8 km	9 km	10 km
REKKA 35 m ³	81,3	75,8	71,1	66,9	63,2	59,9	56,9	54,2	51,7	49,5
SIIRTOVAUNU 20 m ³	70,6	60,0	52,2	46,2	41,4	37,5	34,3	31,6	29,3	27,3
LEVITYSVAUNU 12 m ³	42,4	36,0	31,3	27,7	24,8	22,5	20,6	18,9	17,6	16,4
LEVITYS 12 m ³	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4

Taulukkoon 2 on laskettu eri kalustojen siirtokapasiteetit eri matkoille. Mukana on myös levitysvaunun levityskapasiteetti. Rekan ja siirtovaunun osalta siirtokapasiteettiin kuuluu vain siirto, mutta levitysvaunun kohdalla mukaan on laskettu levitys. Taulukon arvojen perusteella voidaan arvioida milloin siirtokalusto on tarpeeksi tehokas, jotta levitysvaunu voi levittää lantaa koko ajan.



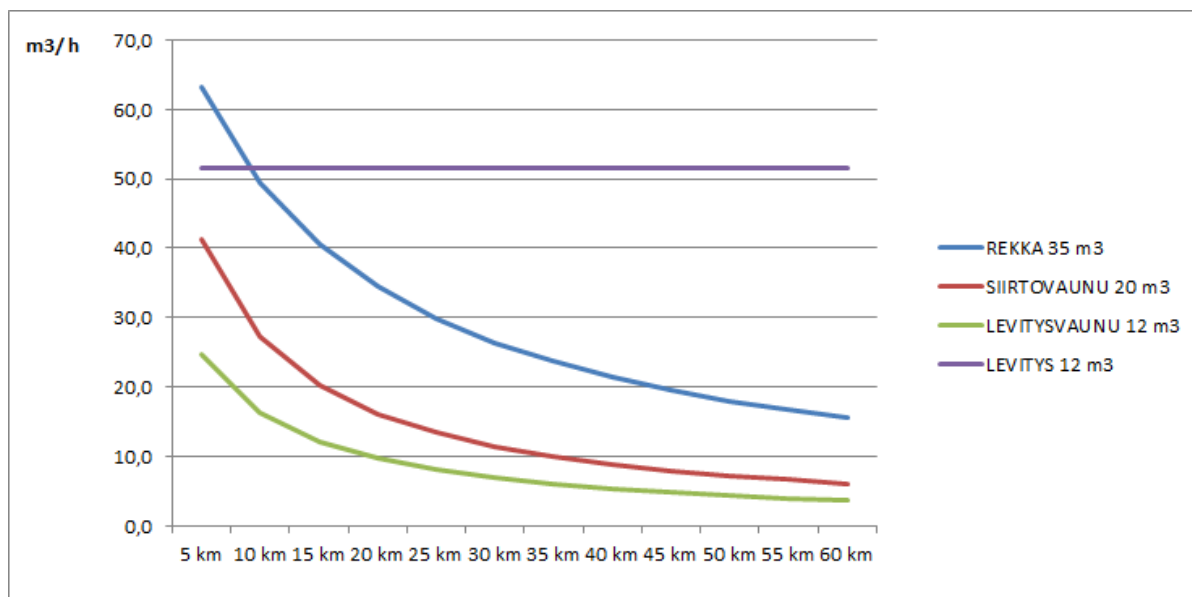
KUVIO 1. Kalustojen siirtokapasiteetin vertailu

Kuviossa 1 violetti viiva kuvaa levityskapasiteettia. 12 m³ levitysvaunulla saadaan levitettyä 51,4 m³ lantaa tunnissa. Levitysvaunulla suoraan peltoon ajettaessa jo 1 kilometrin kohdalla voidaan havaita, että levityskapasiteetti jää vajaaksi. Levitysvaunulla suoraan peltoon ajettaessa levityskalusto toimii vajaalla teholla, sillä tiellä ajaminen vie suhteettoman paljon aikaa. Kasvatettaessa siirtokaluston koko 20 m³, pysty molemmat kalustot työskentelemään tehokkaasti reilun 3 kilometrin matkaan saakka. Matkan ylittäessä 3,5 kilometriä siirtokalusto alkaa jäädä jälkeen ja levityskalusto joutuu odottamaan. 35 m³ rekan siirtokapasiteetti kattaa levityskapasiteetin vajaaseen 9 kilometriin saakka. Kuvaajan perusteella voidaan todeta, että 20 m³ siirtovaunulla reiluun 3 kilometriin ja rekalla vajaaseen 9 kilometriin ajettaessa levityskalusto on tehokkaasti käytössä. Matkojen pidentyessä edellä mainituista on kustannustehokasta tehdä pellolle patteri ennen levityksen alkua.

TAULUKKO 3. Kalustojen siirtokapasiteetin vertailu.

Siirtokapasiteetti	5 km	10 km	15 km	20 km	25 km	30 km	35 km	40 km	45 km	50 km	55 km	60 km
REKKA 35 m ³	63,2	49,5	40,6	34,5	29,9	26,5	23,7	21,5	19,6	18,1	16,7	15,6
SIIRTOVAUNU 20 m ³	41,4	27,3	20,3	16,2	13,5	11,5	10,1	9,0	8,1	7,3	6,7	6,2
LEVITYSVAUNU 12 m ³	24,8	16,4	12,2	9,7	8,1	6,9	6,1	5,4	4,8	4,4	4,0	3,7
LEVITYS 12 m ³	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4

Taulukko 3 on samanlainen kuin taulukko 2, mutta matkat ovat pidemmät. Laskentaperusteina on käytetty samoja lukuja kuin edellä.



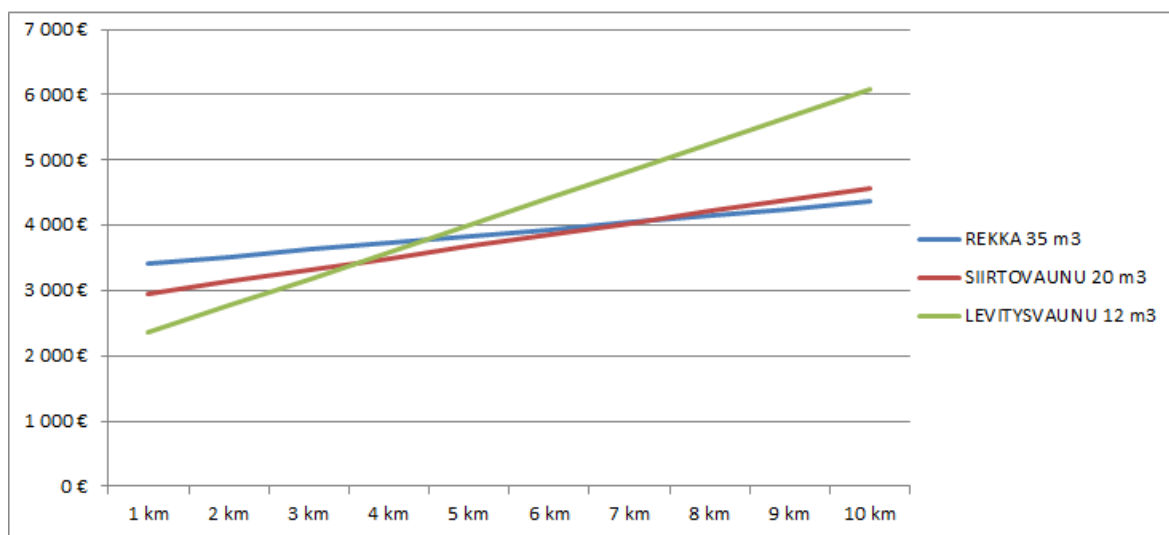
KUVIO 2. Kalustojen siirtokapasiteetin vertailu

Kuviosta 2 nähdään kuinka paljon siirtokalustot jäävät jälkeen levityskalustoa, kun matka on yli 10 kilometriä. Kuvaajan perusteella voidaan todeta, että patterointi kannattaa yli kymmenen kilometrin matkalla tai käytössä täytyy olla useampia siirtokalustoja.

TAULUKKO 4. Siirron kokonaiskustannus.

1200m ³ kokonaiskustannus tuntihinnalla matkan suhteen	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	6 km	7 km	8 km	9 km	10 km
REKKA 35 m ³	3414	3519	3625	3730	3836	3941	4047	4152	4258	4363
SIIRTOVAUNU 20 m ³	2957	3137	3317	3497	3677	3857	4037	4217	4397	4577
LEVITYSVAUNU 12 m ³	2352	2767	3182	3597	4012	4427	4842	5257	5672	6087

Taulukossa 4 on esitetty erikokoisten kalustojen kokonaiskustannukset 1200 m³ lantamäärän kuljetuksesta ja levityksestä eri matkoilla. Värjätyt kohdat kertovat milloin mikäkin kalusto on edullisin. 3,6 kilometrin kohdalla 20 m³ siirtovaunun kustannukset alittavat 12 m³ levitysvaunun kustannukset. Rekan kustannukset alittavat 20 m³ siirtovaunun kustannukset 7,1 kilometrin kohdalla.



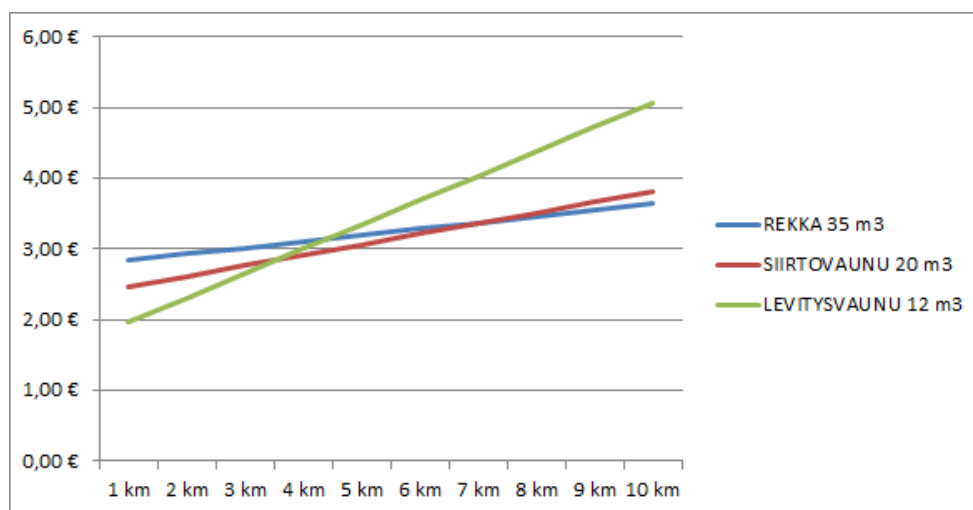
KUVIO 3. Siirron kokonaiskustannus

Kuviossa 3 on esitetty taulukon 4 tulokset graafisessa muodossa. Kuvaajasta nähdään myös levitysvaunun ja rekan kustannusten risteys kohta. Rekan kustannukset alittavat levitysvaunun kustannukset noin 4,5 kilometrin kohdalla. Kuvaajasta on nähtävissä kuinka jyrkästi levitysvaunun kustannukset nousevat matkan kasvaessa suhteessa kahteen muuhun vaihtoehtoon.

TAULUKKO 5. Laskennallinen m³ hinta.

Kuutiohinnat levityksen kanssa matkan suhteen										
	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	6 km	7 km	8 km	9 km	10 km
REKKA 35 m ³	2,84	2,93	3,02	3,11	3,20	3,28	3,37	3,46	3,55	3,64
SIIRTOVAUNU 20 m ³	2,46	2,61	2,76	2,91	3,06	3,21	3,36	3,51	3,66	3,81
LEVITYSVAUNU 12 m ³	1,96	2,31	2,65	3,00	3,34	3,69	4,03	4,38	4,73	5,07

Taulukosta 5 nähdään sama asia kuin taulukosta 4, mutta muunnettuna m³ hinnoille. Kuutio hinnoille muunnetut kustannukset ovat helpommin käytettävissä lannoituksen kustannusten laskennassa. Näistä hinnoista voidaan myös nähdä, että jo kahden kilometrin kohdalla kustannukset ylittävät urakoitsijoiden keskimäärin veloittaman kuutiotaksan, jota käytetään yleensä alle 1,5 kilometrin siirto-matkalla.

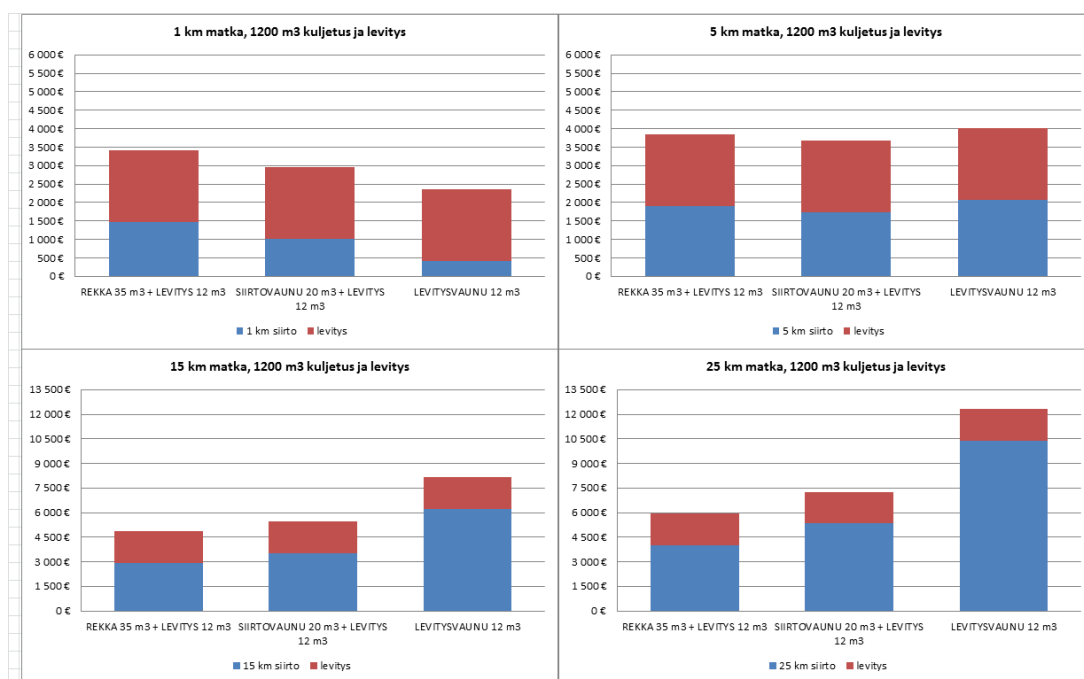
KUVIO 4. Laskennallinen m³ hinta.

Kuviosta 4 nähdään helpommin luettavassa muodossa kuutioveloituksen kehittyminen matkan suhteen.

TAULUKKO 6. Siirto- ja levityskustannukset eriteltynä eräille matkoille.

	1 km siirto	levitys	5 km siirto	levitys	15 km siirto	levitys	25 km siirto	levitys
REKKA 35 m ³ + LEVITYS 12 m ³	1 477 €	1 937 €	1 899 €	1 937 €	2 954 €	1 937 €	4 009 €	1 937 €
SIIRTOVAUNU 20 m ³ + LEVITYS 12 m ³	1 020 €	1 937 €	1 740 €	1 937 €	3 540 €	1 937 €	5 340 €	1 937 €
LEVITYSVAUNU 12 m ³	415 €	1 937 €	2 075 €	1 937 €	6 225 €	1 937 €	10 375 €	1 937 €

Taulukkoon 6 on laskettu eritellyt kuljetus- ja levityskustannukset 1, 5, 15 ja 25 kilometrin matkoilla. Levityskustannus on jokaisella matkalla sama sillä levitettävä määrä pysyy koko ajan samana.



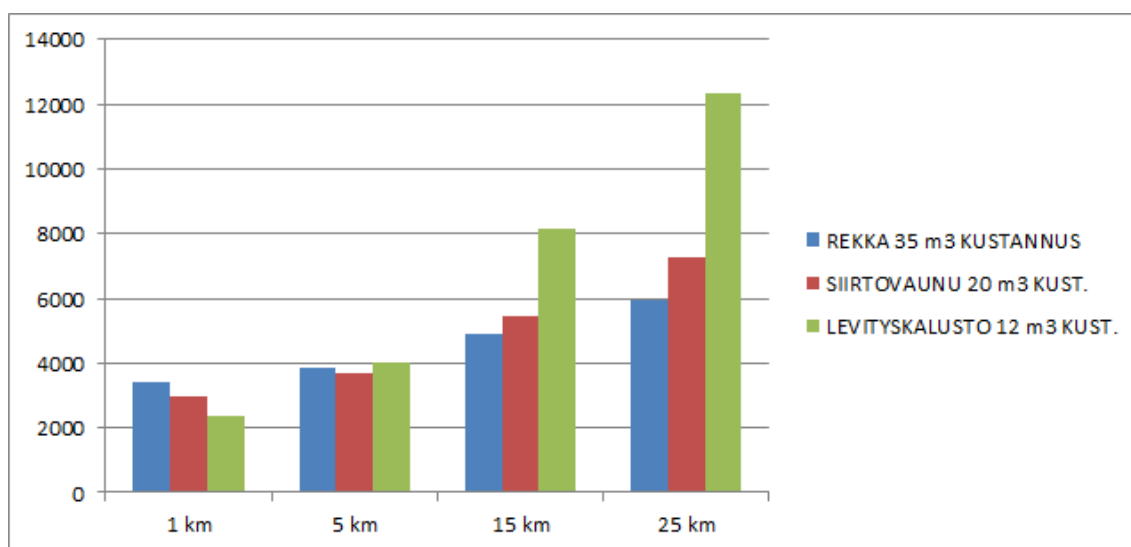
KUVIO 5. Siirto- ja levityskustannukset eriteltynä eräille matkoille.

Kuvioista 5 nähdään matkakohtaisesti kuinka kustannukset jakautuvat kalustojen välillä. 1 kilometrin matkalla rekan kuljetuskustannus on suurin verrattuna 25 kilometrin matkaan. 25 kilometrin matkalla levitysvaunun kohdalla kuljetus muodostaa suuremman osan kustannuksista kuin levitys.

TAULUKKO 7. Kokonaiskustannukset.

	1 km	5 km	15 km	25 km
REKKA 35 m ³ KUSTANNUS	3414	3836	4891	5945
SIIRTOVAUNU 20 m ³ KUST.	2957	3677	5477	7277
LEVITYSKALUSTO 12 m ³ KUST	2352	4012	8162	12312

Taulukkoon 7 koottu kokonaiskustannukset taulukon 6 pohjalta.

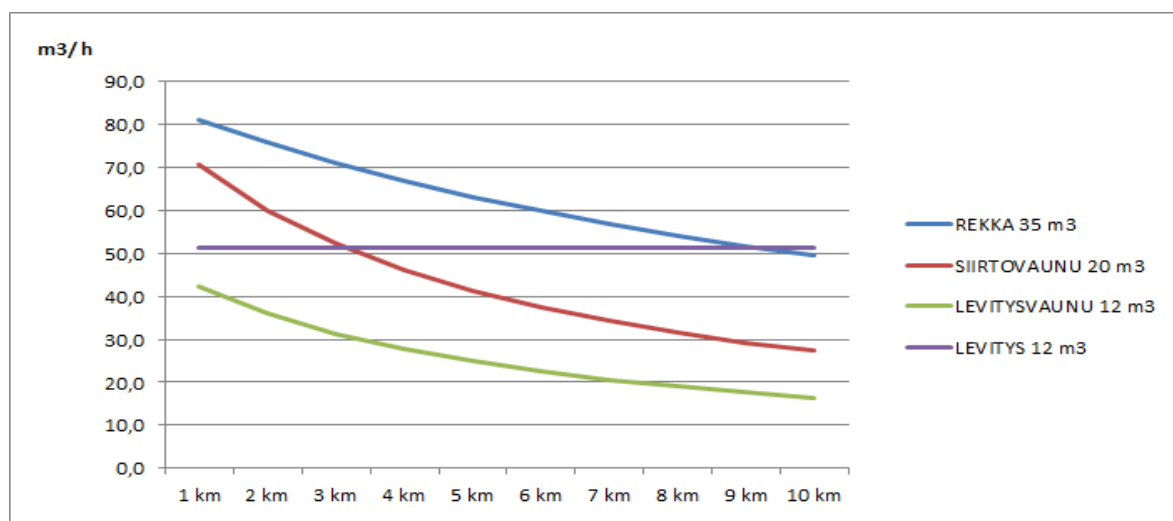


KUVIO 6. Kokonaiskustannukset.

Taulukon 7 mukaiset kokonaiskustannukset ovat esitettynä graafisesti kuviossa 6.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Taulukosta 2 ja kuviosta 1 on selvästi havaittavissa, että levitysvaunun liikkuesssa vain pellolla levittäen lantaa, on levitysvaunun teho levitysmäärän suhteen varsin suuri. Alle 4 kilometrin matkalla kuljetuskaluston tehon ei tarvitse olla suuren suuri, sillä 20 m³ siirtovaunu ja traktori riittävät kattamaan levityskaluston tuntikohtaisen lannan tarpeen. Tämä pätee toki vain silloin, jos lantaa siirretään ja levitetään yhtä aikaa. Jos lannan siirtoa tehdään muulloin kuin levitysaikana, ei siirtokaluston kuljetustehokkuudella ole niin merkitystä vaan kokonaiskustannukset nousevat selvästi ratkaisevaan rooliin. Kaukana sijaitseville pelloille tarvitaan lannalle varastot, joiden kustannukset varastotilavuuden tarpeesta riippuen voivat nousta kymmeniin tuhansiin euroihin. Juuri varaston rakennuskustannusten tähden on tarkkaan mietittävä ja laskettava millaisen varaston tarvitsee. Kuivalannalla patterin teko on suhteellisen edullinen ratkaisu verrattuna lietelannalle rakennettaviin säiliöihin, mutta patteriakaan ei kannata lähteä tekemään liian kevyin perustein.



KUVIO 7.

Yllä olevaan taulukkoon tukeutuen voidaan sanoa, että 10 kilometrin jälkeen patterointi olisi järkevää, sillä traktorikalustolla kuljetus vie jo huomattavasti enemmän aikaa kuin itse levitys. Siinä matkassa myös reikka alkaa jäädä kuljetuskapasiteetin suhteen jälkeen levitysvaunun levitysnopeudelle. Tarkemmin laskettuna patterointi kynnys lienee jossakin noin 12 kilometrin etäisyydellä, koska siinä matkassa rekkakin on jäänyt levitysnopeuteen nähden niin paljon jälkeen, ettei lantaa yksinkertaisesti enää ole järkevää yrittää siirtää samanaikaisesti kuin lantaa levitetään.

Liitteenä olevista liitelaskelmista käy myös ilmi, että jo noin 11 kilometrin jälkeen keskimääräisillä tilavuuksilla ja nopeuksilla laskettuna rekan kuljetuskapasiteetti alkaa jäädä jälkeen jopa pienen levitysvaunun levitys tehokkuudelle. Näin ollen voidaan arvioida, että alle 10 kilometrin etäisyyksillä voi kuljetus- ja levityskalusto toimia yhtä aikaa tehokkaasti, mutta siitä eteenpäin voi olla järkevämpää varastoida lantaa etäpeltojen yhteyteen jo ennen levitysaikaa. On kuitenkin otettava huomioon säiliön rakennuskustannukset, jotka ovat kokonaisuudessaan säiliö koosta riippuen reilusta kymmenes-
tätuhannesta jopa useisiin kymmeniin tuhansiin euroihin. Laskelmista on myös pääteltävissä, että

lannan tyypistä riippumatta ei ole tarpeen käyttää kovin suurta levityskalustoa. Jo 12 m³ levitysvaunu on varsin tehokas, eikä etenkään lantaa kauemmas siirrettäessä ole tarve käyttää suurempia vaunukokoja. Etäpeltojen ja lannan siirron näkökulmasta jo 12 m³ levityskalusto on erittäin tehokas. Näin ollen suurempien levityskalustojen tarpeellisuus voidaan asettaa kyseenalaiseksi.

9 PÄÄTÄNTÖ

Lantaa voidaan kuljettaa monilla erilaisilla kalustoilla, mutta tässä opinnäytetyössä esiteltyt ja laskelmissa käytetyt esimerkkikalustot ovat mielestämme varsin hyvin todellisuutta kuvaavia. Tulokset, joita laskelmista saatiin, ovat hyvin pitkälti sen suuntaisia kuin oletimme niiden olevan, mutta liete-
lannan ja kuivalannan välisten erojen vähäisyys hämmästytti. Ainakaan ajankäytöllisesti laskelmien perusteella ei voida sanoa, ettäkö kuivalanta olisi liete-
lantaan nähden huono ratkaisu. Se vaatii toki erilaisen koneketjun, joka sekään ei ole täysin ilmainen, mutta näistä laskelmista kuitenkin nähdään kuivalannan taloudellisuus. Kuivalannalla voisi myös ajatella olevan sellainen etulyöntiasema liete-
lantaan nähden, että kuivajatta on selvästi vähemmän, kuin lietettä. Se muodostuu kuivalannan kilpai-
luvaltiksi, sillä suppean levitys ajan takia lannan levitys on kovin haasteellista. Kuivalantaa voidaan levittää keväällä ja syksyllä ja nestemäiset jakeet levittää kesän kuluessa.

Vaikka alkujaan lantaan liittyviä opinnäytetöitä olikin kaikkiaan kolme, on niistä yhden tipahdettua pois, muodostettu jäljelle jääneistä kahdesta yksi laajempi kokonaisuus. Lantalogistiikka ja etävaras-
tointi aiheena on hyvin vähän selvitetty alue maataloudessa ja siitä syystä maatalouden logistiikkaan yleisellä tasolla keskittynyt REKKA-hanke saa tulevaisuudessa jatkoa uudesta lantaan liittyvästä hankkeesta. Tämä opinnäytetyö toimii jonkin asteisena esiselvityksenä aiheeseen liittyen ja osoittaa mielestämme erinomaisesti, että lantalogistiikkaa ja etävarastoinnin kustannustehokkaita vaihtoehto-
ja tulee tutkia laajemmin, jotta sieltä syntyvät ylimääräiset kustannukset voitaisiin saada kuriin.

LÄHTEET

ALA-KLEME, Teemu, HELLSTEDT, Maarit 2011. Lietelannan varastointi maanvaraisissa tiivistetyissä altaissa Suomen olosuhteissa. MTT loppuraportti, 18–25

ALASUUTARI, Sakari 2/2007. Maatilat ja karjanlanta. TTS tutkimus, 5

KAILA, Eerikki ja TUURE, Veli-Matti 6/2007. Maatilan kokonaistyömäärän hallinta – TTS-Manager työmäärän laskentaohjelma. TTS tutkimus, 1 – 3

KAPUINEN, Petri 2002. Suurenevien tilojen haasteet. MTT. [viitattu 17.3.2013]. Saatavissa: <http://www.mtt.fi/met/pdf/met7.pdf>

MT, EU-komission lausunto 30.10.2013. [viitattu 13.4.2014] Saatavissa: <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/eu-komissio-ajaa-t%C3%A4yskieltoa-lannan-syyslevitykselle-1.49898>

Maatalouden Koneoppi 2, 156 – 157

MYYRÄ, Sami 3/2000. Maatilojen tilusrakenne. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Helsinki, 20-21

ORISTO, Uolevi, VESTERINEN, Tapio 4/2014. Kuormausta urakkatahtiin. Koneviesti, 18

PAASONEN, Merja, PUUMALA, Maarit 85/2001. Lantavarastot ja pihatoiden ritiläpalkistot. VAKOLAN tiedote. Vihti: Vihdin Painorasteri Oy, 40

PALVA, Reetta 2009. Lannan kuljetus ja levitys. Julkaisussa: ALAKUKKU, Laura, ALASUUTARI, Sakari (toim.), HELLSTEDT, Maarit, KARI, Maarit, MATTILA, Pasi, MUSTONEN, Arja, PAAVOLA, Teija, PALVA, Reetta (toim.), PALOJÄRVI, Ansa, PARTANEN, Kirsi, RUOHO, Olli, SALO, Tapio, TOLONEN, Kaisa, TORNIAINEN, Merja, TUORI, Mikko, TURTOLA, Eila, VALAJA, Jarmo, VUORIO, Kari Lannan käsittely ja käyttö. Keuruu: Otava Kirjapaino Oy, 74

PENTTI, Seppo 2003. Konekapasiteetin mitoitus. Julkaisussa: ALA-KANTTI, Esa, ENROTH, Ari (toim.), ISOSAARI, Heikki, JOKINIEMI, Seppo, KINNUNEN, Birgitta, KIRKKARI, Anna-Maija, MYYRÄ, Sami, MÄKELÄ, Erkki, OJALA, Ilkka, PENTTI, Seppo, PIETOLA, Kyösti, PUURUNEN, Juha-Antti, PUURUNEN, Maija, REKOLA, Veli-Matti Laajentavien tilojen haasteet. Keuruu: Otava Kirjapaino Oy, 45 – 48

REHNSTRÖM, Katarina 6/2009. Lietteen siirron kustannuksissa suuria eroja. Käytännön maamies: maatalousväen ammatti- ja kuvalehti, 18–21

Toiminnallinen opinnäytetyö. Hanna Vilkkä [viitattu 21.3.2013]. Saatavissa:

http://vilkka.fi/hanna/Toiminnallinen_ont.pdf

RÄISÄNEN, Janne 2013-4-16. Rehulogistiikan kehittäminen karjatioilla (REKKA) [sähköpostiviesti]. Vastanottaja Juho Ahonen.

REHULOGISTIIKAN KEHITTÄMINEN KARJATIOILLA. Hankesuunnitelma. 2011.

(TTS tiedote 2/2012 Työmäärän hallinta maatalousyrittäjän hyvinvoinnin turvaamisessa, Janne Karttunen, Markku Lähti ja Sampsa Puttonen, 6)

HELLSTEDT, M. (2009). Lannan varastointi. Teoksessa S. ALASUUTARI;T. HARMOINEN;& R. PALVA, *Lannan käsittely ja käyttö* (ss. 48-57). Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

HYNNINEN, P. (2001). Lannan varastointi ja siihen liittyvä ympäristölainsäädäntö. *Ympäristö ja terveystiedote*, 32(5), 43 - 48.

PALVA, R. (2009). Lannan kuljetus ja levitys. Teoksessa R. PALVA;S. ALASUUTARI;& T. HARMOINEN, *Lannan käsittely ja käyttö* (ss. 71 - 81). Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

VILKKA, H. (2. Joulukuu 2010). *Hanna Vilkkä*. Haettu 21. 3 2013 osoitteesta

http://vilkka.fi/hanna/Toiminnallinen_ont.pdf

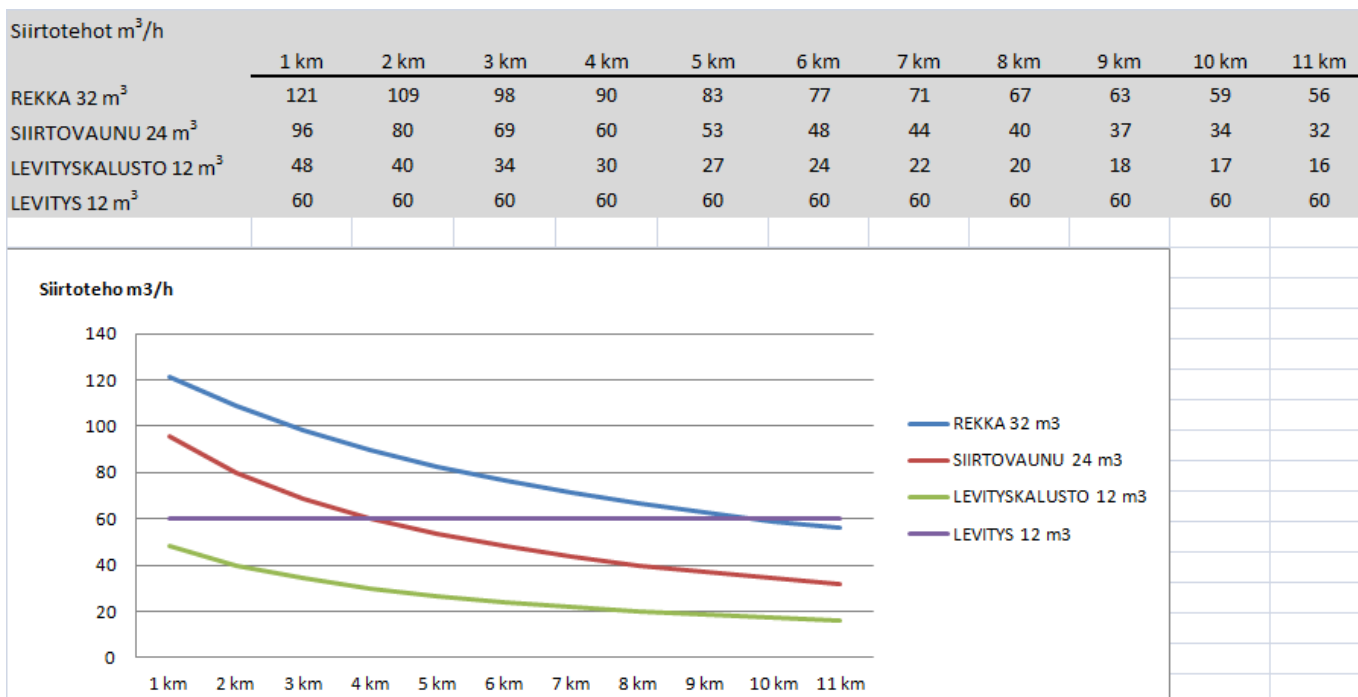
Ympäristöministeriö. (2010). *Ympäristöhallinnon ohjeita I Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje*. Helsinki: Edita Prima Oy.

Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 9.11.2000/931 [Viitattu 1.4.2014] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000931>

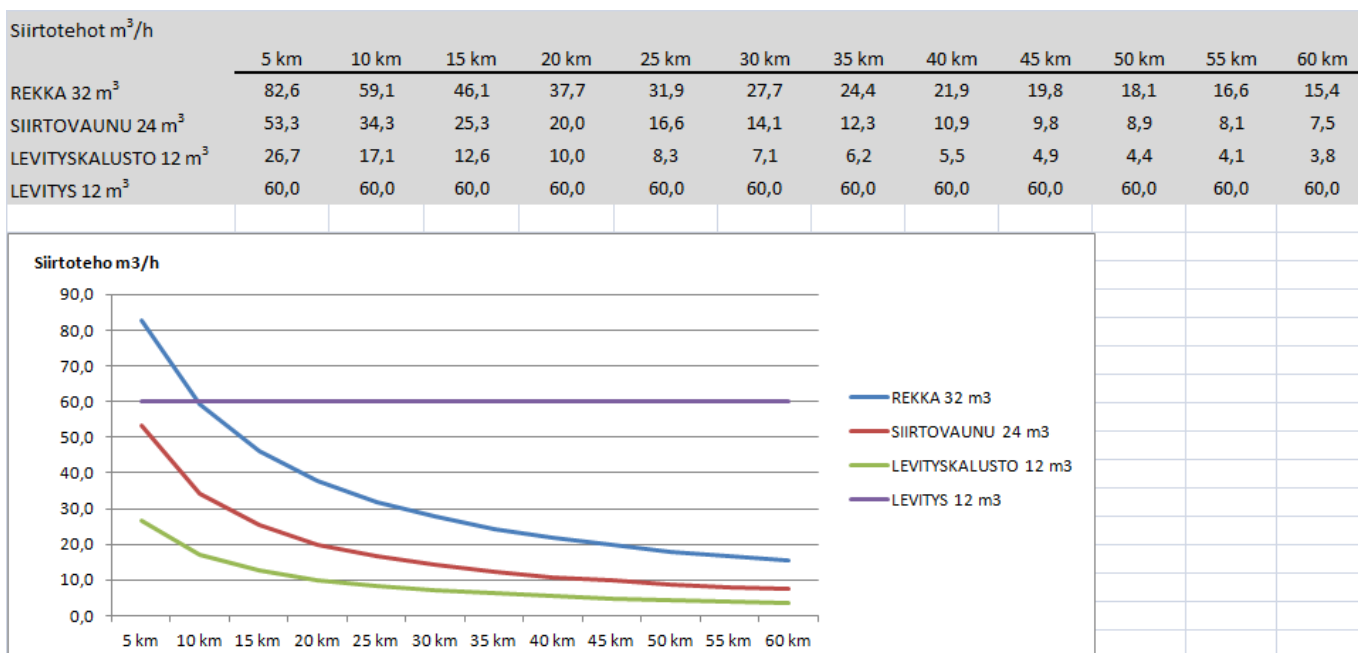
TTS tiedote 3/2012 Työvoiman käyttö ja siihen vaikuttavat tekijät maatalousyrittäjissä, Janne Karttunen ja Eerikki Kaila, s. 1)

LIITTEET

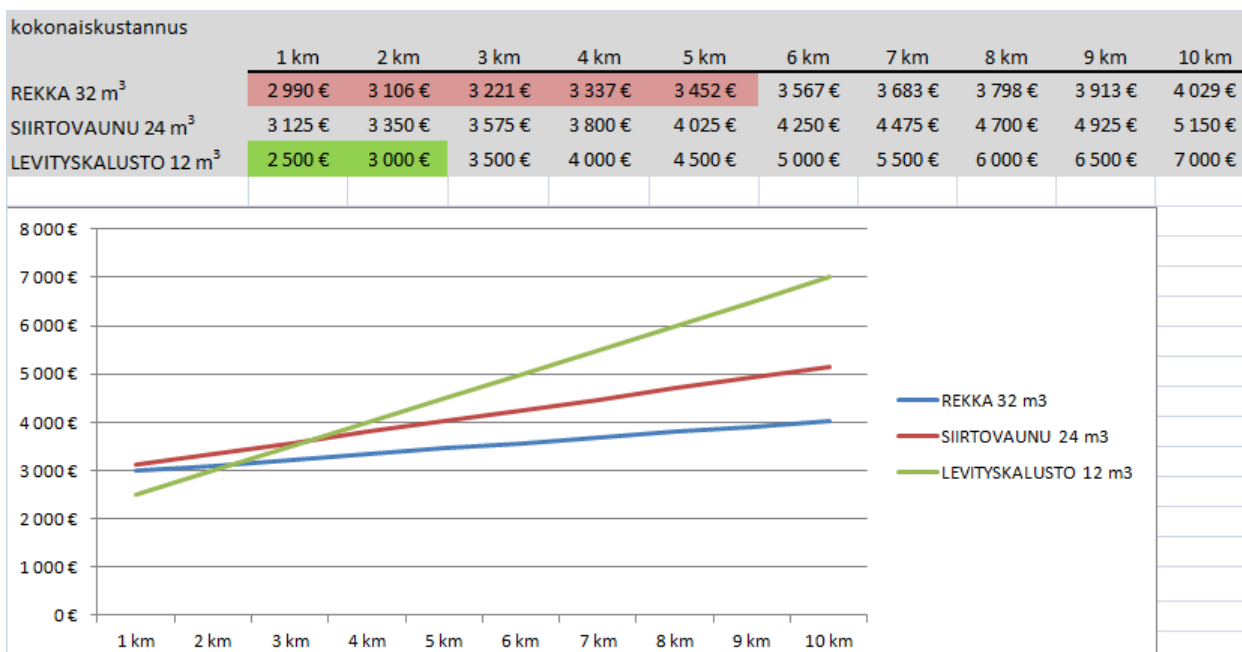
LIETELANTALASKELMIEN TULOKSET KAAVIOINA



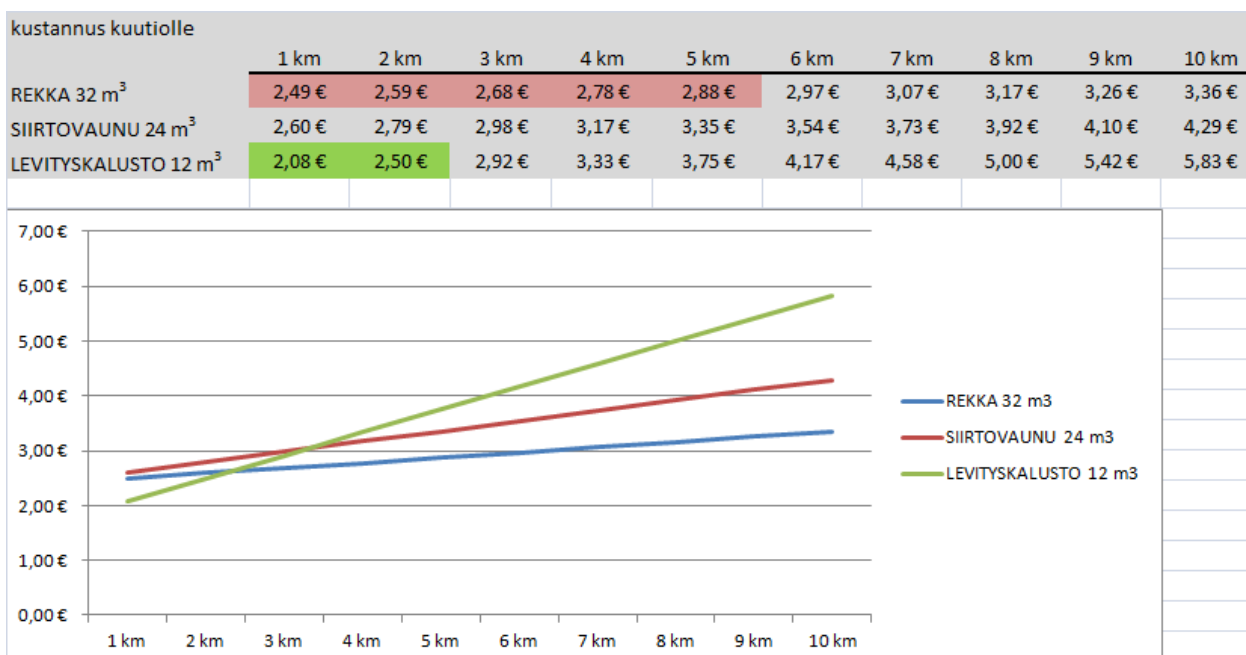
KUVA 20. Lietteen siirtoteho eri kalustoilla lyhyillä matkoilla.



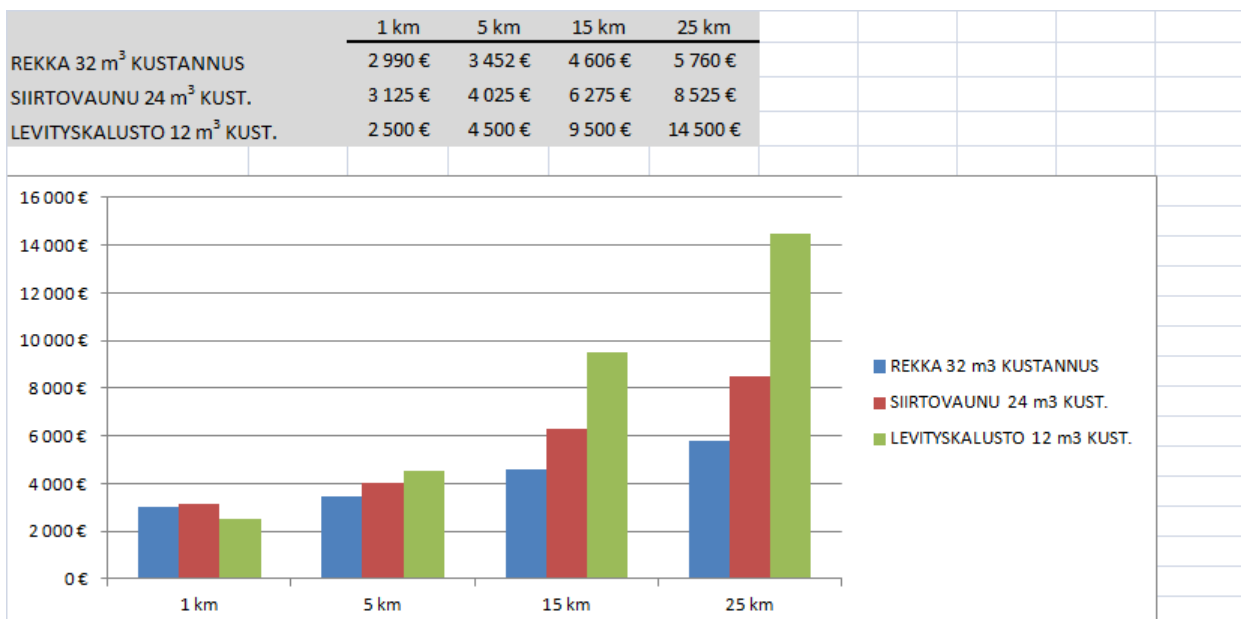
KUVA 21. Lietteen siirtoteho eri kalustoilla pitkillä matkoilla.



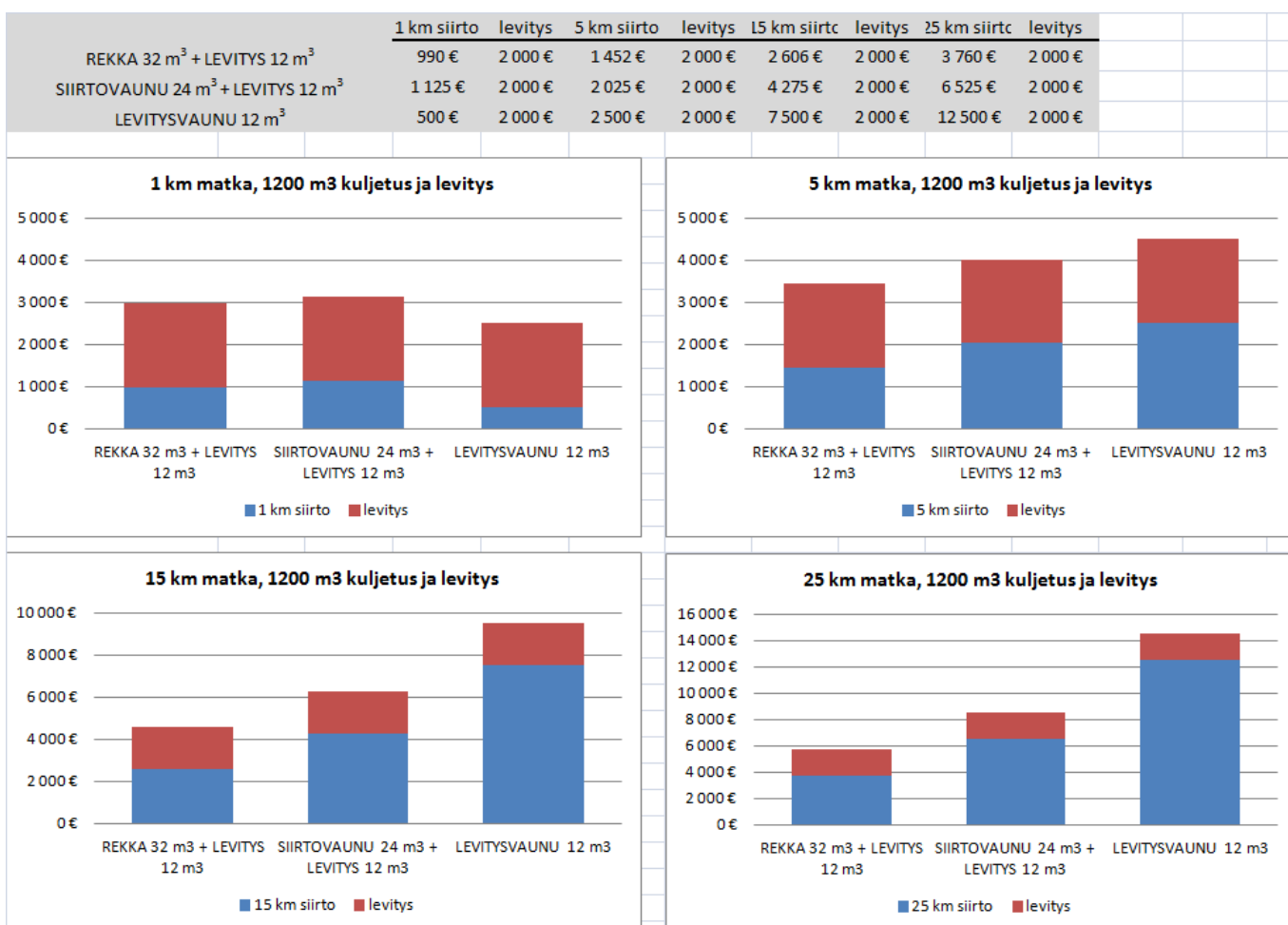
KUVA 22. Lietteen siirron kokonaiskustannus erikalustoilla esimerkin mukaisella lannan määrällä matkan suhteen.



KUVA 23. Kuljetuksen laskennallinen m³ hinta.



KUVA 24. Kuvasta 25 näkyy kuljetuksen kokonaiskustannukset graafisesti kuviossa ja taulukossa.



KUVA 25. Kuvasta 25 nähdään matkakohtaisesti kuinka kustannukset jakautuvat kalustojen välillä. 1 kilometrin matkalla rekan kuljetuskustannus on suurin verrattuna 25 kilometrin matkaan. 25 kilometrin matkalla levitysvaunun kohdalla kuljetus muodostaa suuremman osan kustannuksista kuin levitys.